

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Центральноукраїнський національний технічний університет

КАФЕДРА ЕКСПЛУАТАЦІЇ ТА РЕМОНТУ МАШИН

Транспортні засоби

**Методичні вказівки до виконання практичних
робіт**

для студентів спеціальності
275 “Транспортні технології”

Затверджено на засіданні кафедри
„Експлуатація та ремонт машин”
протокол № 12 від 15.05.2019

Кропивницький–2019

Методичні вказівки до виконання практичних робіт з курсу „Транспортні засоби” для студентів спеціальності 275 “Транспортні технології”. – Кропивницький: ЦНТУ, 2019. – 75 с.

Укладачі: Магопець С.О
Красота М.В.
Василенко І.Ф.
Бевз О.В.

Комп'ютерний набір і верстка М.В. Красота, І.Ф.Василенко

© Транспортні засоби / Укл. Магопець С.О, Красота М.В., Василенко І.Ф., Бевз О.В., 2019.

©

Зміст

<i>Практична робота №1</i> Конструктивні схеми виконання трансмісій автомобілів	4
<i>Практична робота №2</i> Вивчення конструкцій автомобільних зчеплень	13
<i>Практична робота №3</i> Механічні коробки передач	24
<i>Практична робота №4</i> Автоматичні коробки передач	36
<i>Практична робота №5</i> Карданні передачі, головна передача, диференціали	55

Конструктивні схеми виконання трансмісій автомобілів

Мета роботи – вивчити конструктивні схеми виконання трансмісій автомобілів.

Обладнання та наочні засоби: трансмісія автомобіля ЗИЛ, плакати.

Усе, що зв'язує двигун з ведучими колесами, складає трансмісію автомобіля. Трансмісія в автомобілі виконує, як правило, наступні функції:

- передає крутний момент від двигуна до ведучих коліс;
- змінює величину й напрямок крутного моменту;
- перерозподіляє крутний момент між ведучими колесами.

Залежно від виду енергії, яка перетворюється, розрізняють наступні види трансмісії:

- механічна трансмісія (передає й перетворює механічну енергію);
- електрична трансмісія (перетворює механічну енергію в електричну й після передачі до ведучих коліс - електричну в механічну енергію);
- гідрооб'ємна трансмісія (перетворює механічну енергію в енергію потоку рідини й після передачі до ведучих коліс - енергію потоку рідини в механічну енергію);
- комбінована трансмісія (електромеханічна, гідромеханічна - т.зв. «гібриди»).

Найбільше застосування на сучасних автомобілях знайшла механічна трансмісія. Механічна (гідромеханічна) трансмісія, зміна крутного моменту в якій відбувається автоматично, називається *автоматичною трансмісією*.

У конструкції трансмісії як провідні колеса можуть використатися передні, задні, а також і передні, і задні колеса. Якщо в якості ведучих коліс використовуються задні колеса, автомобіль має *задній привід*, а якщо передні - *передній привід*. Привод на передні й задні колеса мають *повнопривідні* автомобілі.

В автомобілях з різними типами привода конструкція трансмісії має істотні розходження, як за складом елементів, так і за їх будовою.

Трансмісія задньопривідного автомобіля має наступну будову:

- зчеплення;
- коробка передач;
- карданна передача;
- головна передача;
- диференціал;
- півосі.

Зчеплення призначене для короткочасного від'єднання двигуна від трансмісії й плавного їхнього з'єднання при перемиканні передач, а також запобігання елементів трансмісії від перевантажень.

Коробка передач служить для зміни крутного моменту, швидкості й напрямки руху автомобіля, а також тривалого роз'єднання двигуна від трансмісії.

Карданна передача забезпечує передачу крутного моменту від вторинного вала коробки передач на вал головної передачі, розташованих під кутом друг до друга.

Головна передача служить для збільшення крутного моменту й передачі його на півосі ведучих коліс. На задньопривідних автомобілях застосовується гіпоїдна головна передача (осі шестерень не перетинаються).

Диференціал призначений для розподілу крутного моменту між ведучими колесами або осями. Він дозволяє півосям обертатися з різними кутовими швидкостями, що необхідно при повороті автомобіля.

Трансмісія передньопривідного автомобіля має наступну будову:

- зчеплення;
- коробка передач;
- головна передача;
- диференціал;
- шарніри рівних кутових швидкостей;
- приводні вали (півосі).

На передньопривідних автомобілях головна передача й диференціал розміщуються в картері коробки передач.

Шарніри рівних кутових швидкостей (ШРУС) служать для передачі крутного моменту від диференціала до ведучих коліс. В конструкції трансмісії використовується, як правило, два шарніри для з'єднання з диференціалом (внутрішні шарніри) і два шарніри для з'єднання з колесами (зовнішні шарніри).

Між шарнірами розташовуються приводні вали.

Трансмісії повнопривідних автомобілів мають різні конструкції. У сукупності вони утворюють **системи повного привода**. Розрізняють наступні види систем повного привода: постійний повний привід; повний привід, який підключається автоматично; повний привід підключається вручну.

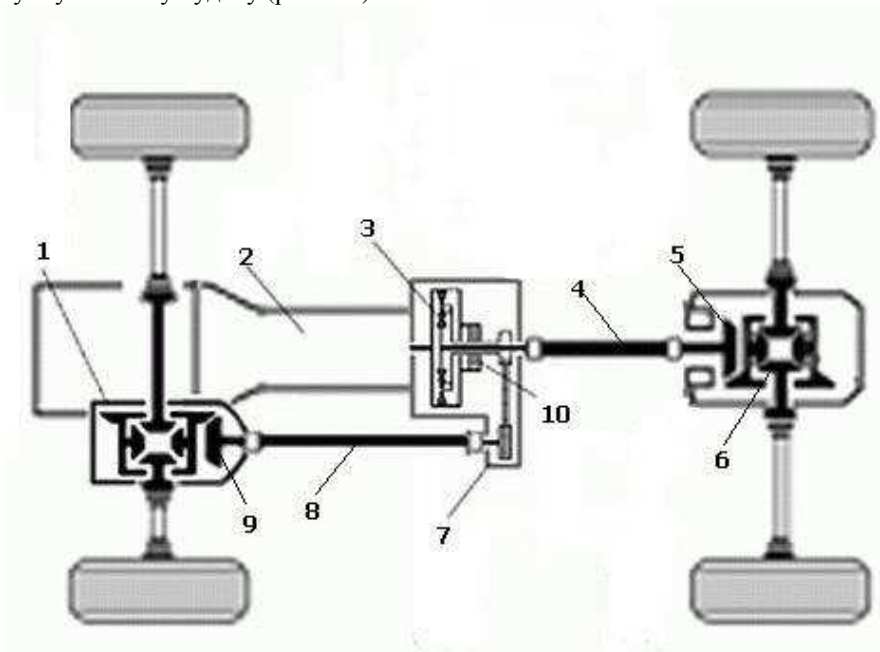
Різні види систем повного привода мають, як правило, різне призначення. Разом з тим можна виділити наступні загальні переваги даних систем, що визначають галузь їх застосування:

- ефективне використання потужності двигуна;
- краща керованість і курсова стійкість на слизькому покритті;
- підвищена прохідність автомобіля.

1.1 Система постійного повного приводу

Система постійного повного приводу (інше найменування – система повного приводу Full Time, у перекладі «повний час») забезпечує постійну передачу крутного моменту на всі колеса автомобіля.

Система має наступну загальну будову (рис. 1.1):



1. міжколісний диференціал передньої осі
2. коробка передач
3. міжосьовий диференціал
4. карданна передача задньої осі
5. головна передача задньої осі
6. міжколісний диференціал задньої осі
7. роздавальна коробка
8. карданна передача передньої осі
9. головна передача передньої осі
10. віскомуфта

Рисунок 1.1 -- Схема системи постійного повного приводу

Постійний повний привод застосовується як на автомобілях із задньопривідним компонуванням (поздовжнє розташування двигуна й коробки передач), так і на автомобілях з передньопривідним компонуванням (поперечне розташування двигуна й коробки передач). Такі системи розрізняються в основному по конструкції роздавальної коробки й карданних передач.

Відомими системами постійного повного приводу є система Quattro від **Audi**, xDrive від **BMW**, 4Matic від **Mercedes**, 4Motion від Volkswagen та ін.

Роздавальна коробка в таких системах призначена для розподілу крутного моменту по осях автомобіля і його збільшення при необхідності. Сучасна роздавальна коробка включає ланцюгову передачу (зубчасту передачу), що забезпечує передачу крутного моменту на передню вісь, що знижує передачу у вигляді планетарного редуктора (в окремих конструкціях) і міжосьовий диференціал.

Наявність міжосьового диференціала є відмінною рисою роздавальної коробки системи постійного повного приводу. Для повної реалізації повнопривідних можливостей у конструкції системи передбачається блокування міжосьового диференціала.

Блокування диференціала може здійснюватися автоматично або вручну. Сучасними конструкціями автоматичного блокування міжосьового диференціала є віскомуфта, що само блокується, диференціал Torsen, багатодискова фрикційна муфта.

Ручне (примусове) блокування диференціала виконується водієм за допомогою механічного, пневматичного, електричного або гідравлічного приводу.

На деяких конструкціях роздавальної коробки передбачені функції як автоматичного, так і ручного блокування міжосьового диференціала.

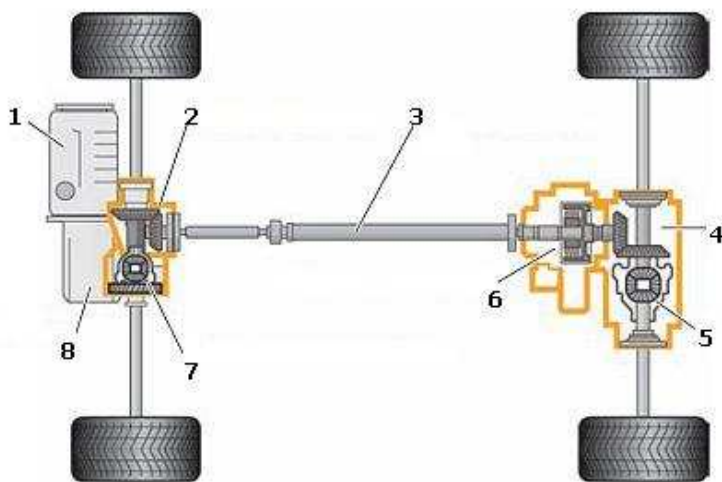
Для реалізації повнопривідних можливостей один або обидва диференціали мають можливість блокування. Блокування міжколісного диференціала може здійснюватися вручну або автоматично (віскомуфта, диференціал Torsen). На сучасних автомобілях застосовується також електронне блокування диференціала.

Принцип роботи системи постійного повного привода полягає в наступному. Крутний момент від двигуна передається на коробку передач і далі на роздавальну коробку. У роздавальній коробці момент розподіляється по осях. При необхідності водієм може бути включена понижуюча передача. Далі крутний момент через карданні вали передається на головну передачу й міжосьовий диференціал кожної з осей. Від диференціала крутний момент через півосі передається на ведучі колеса. При проковзуванні коліс однієї з осей автоматично або примусово виконується блокування міжосьового й міжколісного диференціалів.

1.2 Система повного привода, яка підключається автоматично

Система повного привода, яка підключається автоматично (інше найменування – **система повного привода On demand**, у перекладі «на вимогу») є перспективним напрямком розвитку повного привода легкових автомобілів. Дана система забезпечує підключення коліс однієї з осей у випадку проковзування коліс іншої осі. У звичайних умовах експлуатації автомобіль є передньо- або задньопривідним.

Практично всі провідні автовиробники мають у своєму модельному ряді автомобілі з повним приводом, що підключається автоматично. Система повного привода, що підключається автоматично, має наступну загальну будову (на прикладі системи повного привода 4Motion рис. 1.2):



1. двигун
2. роздавальна коробка
3. карданна передача
4. головна передача задньої осі
5. міжколісний диференціал задньої осі
6. муфта підключення задньої осі (муфта Haldex)
7. міжколісний диференціал передньої осі
8. коробка передач

Рисунок 1.2 – Схема системи повного привода, що підключається автоматично

Роздавальна коробка в системі повного привода, що підключається автоматично, являє собою, як правило, кінцевий редуктор. Понижуюча передача й міжосьовий диференціал відсутні.

В якості муфти підключення задньої осі використовуються наступні пристрої:

- віскомуфта;
- електроннокерована фрикційна муфта.

Відомою фрикційною муфтою є **муфта Haldex**, що використовується в системі повного привода **4Motion** концерни Volkswagen.

Принцип роботи системи повного привода, що підключається автоматично, обладнаного фрикційною муфтою, полягає в наступному. Крутний момент від двигуна, через зчеплення, коробку передач, головну передачу й диференціал передається на передню вісь автомобіля. Крутний момент через роздавальну коробку й карданні вали також передається на фрикційну муфту. У нормальному положенні фрикційна муфта має мінімальний стиск, при якому на задню вісь передається до 10% крутного моменту. При проковзуванні коліс передньої осі по команді електронного блоку керування спрацьовує фрикційна муфта й передає крутний момент на задню вісь. Величина переданого на задню вісь крутного моменту може змінюватися в певних межах.

1.3. Система повного привода, що підключається вручну

Система повного привода, що підключається вручну (інше найменування - **система повного привода Part**

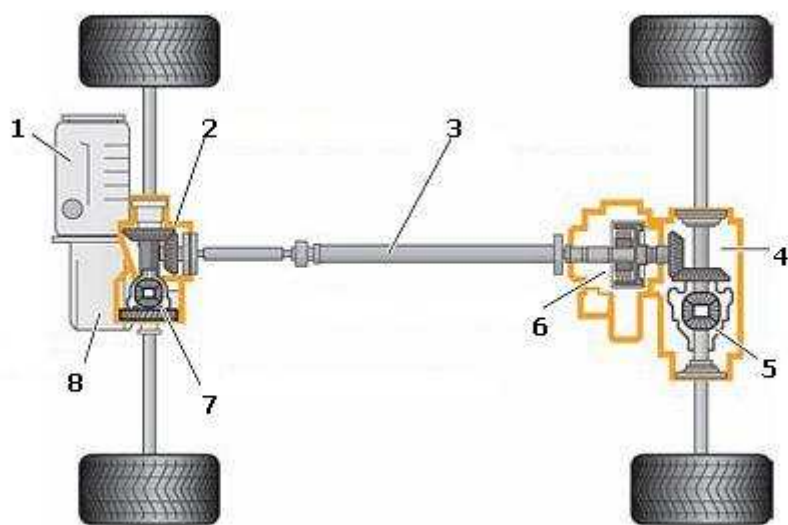
Time, у перекладі «частковий час») на теперішній час практично не застосовується, тому що є низькоефективною. Разом з тим, саме ця система забезпечує жорсткий зв'язок передньої й задньої осі, передачу крутного моменту в співвідношенні 50:50 і тому є позашляховою.

Будова системи повного привода, що підключається вручну, в цілому аналогічна системі постійного повного привода. Основні відмінності – **відсутність міжосьового диференціала** й можливість підключення переднього моста в роздавальній коробці. Необхідно відзначити, що в ряді конструкцій постійного повного привода використовується функція відключення переднього моста.

1.4. Система повного привода 4Motion (Volkswagen)

Система повного привода 4Motion відноситься до т.зв. систем повного привода, що підключається автоматично. У даній системі крутний момент двигуна розподіляється по осях залежно від дорожньої ситуації. Система 4Motion устатковується на автомобілі концерну Volkswagen з 1998 року. Назва 4Motion є зареєстрованим товарним знаком.

Система повного привода 4Motion має наступну будову (рис. 1.3):



1. двигун
2. роздавальна коробка
3. карданна передача
4. головна передача задньої осі
5. міжколісний диференціал задньої осі
6. муфта підключення задньої осі (муфта Haldex)
7. міжколісний диференціал передньої осі
8. коробка передач

Рисунок 1.3 – Схема системи повного привода 4Motion

У системі повного привода 4Motion застосовується **багатодискова фрикційна муфта Haldex**. Муфта забезпечує керовану передачу крутного моменту (величина переданого крутного моменту визначається ступенем замикання муфти) від передньої до задньої осі автомобіля. Муфта Haldex убудована в картер диференціала задньої осі.

На теперішній час у системі повного привода 4Motion використовується **муфта Haldex четвертого покоління** (автомобілі Volkswagen Tiguan), що має більше просту конструкцію в порівнянні з попередниками. До цього встановлювалися муфти першого й другого покоління (автомобілі Volkswagen Golf IV, V - опціонально, Volkswagen Transporter).

Муфта Haldex має електронне керування, що включає вхідні датчики, блок керування й виконавчі пристрої. Вхідним датчиком системи керування є **датчик температури масла**.

Блок керування перетворює вхідну інформацію в керуючі впливи на виконавчий пристрій. Крім датчика температури масла електронний блок керування використовує інформацію від блоку керування двигуном, блоку керування системи ABS, одержувану по CAN-шині.

Виконавчим пристроєм системи керування є **клапан керування**, що регулює тиск стискання фрикційних дисків від 0 до 100% максимальної величини. Величина тиску визначається положенням клапана.

Насос і акумулятор тиску забезпечують підтримку тиску масла в системі на рівні 3 МПа.

Принцип роботи системи повного привода 4Motion

Робота системи 4Motion визначається алгоритмом роботи муфти Haldex, у якому можна виділити наступні характерні режими:

- початок руху;
- початок руху із пробуксовкою;
- рух з постійною швидкістю;
- рух із пробуксовкою;
- гальмування.

При рушанні з місця й розгоні автомобіля клапан керування закритий, диски муфти максимально стислі. На задні колеса передається максимальний крутний момент.

Якщо рух починається **із пробуксовкою** обох передніх коліс, клапан керування закривається, фрикційні диски муфти стискаються. Крутний момент повністю передається на задню вісь. При пробуксовці одного з передніх коліс у роботу системи спочатку включається електронне блокування диференціала.

При русі з постійною швидкістю клапан відкривається, а диски стискаються залежно від умов руху. На задню вісь крутний момент передається в певні (незначних) межах.

Пробуксовка в русі автомобіля визначається на підставі сигналів від блоку керування системи ABS. При цьому клапан відкривається залежно від умов руху (яка вісь й які колеса буксують).

При гальмуванні клапан керування відкритий, фрикційні диски муфти повністю розчеплені. Крутний момент на задню вісь не передається.

1.5. Система повного привода Quattro (Audi)

Система повного привода quattro є системою постійного повного привода, у якій крутний момент постійно передається на всі колеса автомобіля. З 1980 року назва **quattro** використовується автовиробником Audi для позначення системи повного привода своїх автомобілів і є зареєстрованим товарним знаком. Відмінною рисою системи quattro є **поздовжнє розташування** двигуна й елементів трансмісії, що характерно для більшості автомобілів Audi.

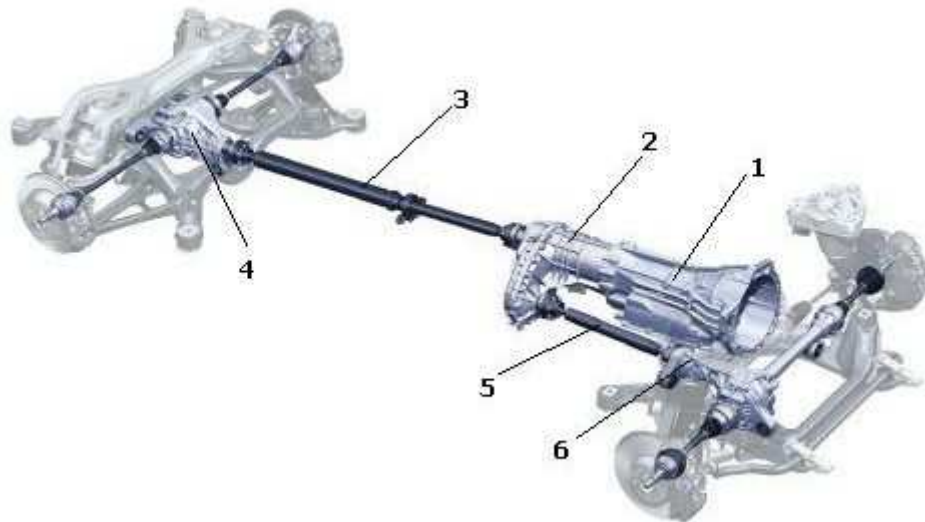
Незважаючи на розходження в конструкції систем повного привода конкретних автомобілів, можливо зазначити наступну загальну будову системи quattro (рис. 1.4).

У трансмісії quattro може встановлюватися як механічна коробка передач, так і коробка-автомат.

Роздавальна коробка безпосередньо приєднана до коробки передач. Конструктивно вона включає міжосьовий диференціал, що розподіляє крутний момент на передню й задню осі. Корпус диференціала має механічне з'єднання з коробкою передач. Розподіл крутного моменту на осі залежно від конструкції роздавальної коробки може здійснюватися безпосередньо через привідні вали або окрему зубчасту передачу.

Як міжосьовий диференціал у системі повного привода quattro використалися й використовуються:

- **с 1981 року** – вільний міжосьовий диференціал з механічним блокуванням;
- **с 1988 року** – симетричний диференціал Torsen, що самоблокується, з можливістю перерозподілу крутного моменту на вісь із кращим зчепленням до 80%. Розташування сателітів перпендикулярно приводним валам (Torsen T-1);
- **с 2007 року** – несиметричний диференціал, що самоблокується, Torsen з розподілом крутного моменту по осях у стандартному положенні 40:60 і з можливістю перерозподілу крутного моменту на вісь із кращим зчепленням до 70% - на передню вісь і до 80% - на задню вісь. Розташування сателітів паралельно приводним валам (Torsen T-3).
- **с 2010 року** - несиметричний диференціал, що самоблокується, з **коронними** шестернями з розподілом крутного моменту по осях у стандартному положенні 40:60 і з можливістю перерозподілу крутного моменту на вісь із кращим зчепленням до 70% - на передню вісь і до 85% - на задню вісь (Audi RS5).



1. коробка передач
2. роздавальна коробка
3. карданна передача
4. головна передача й задній міжколісний диференціал
5. вал привода передньої осі
6. головна передача й передній міжколісний диференціал

Рисунок 1.4 – Схема системи повного привода quattro

Роздавальна коробка автомобіля Audi Allroad додатково оснащується пониженою передачею.

Передача крутного моменту на задню вісь здійснюється за допомогою карданної передачі, що складає із двох валів, трьох шарнірів рівних кутових швидкостей й однієї проміжної опори.

Головна передача й задній міжколісний диференціал виконані в окремому картері. У різний час у системі quattro використалися наступні конструкції задніх диференціалів:

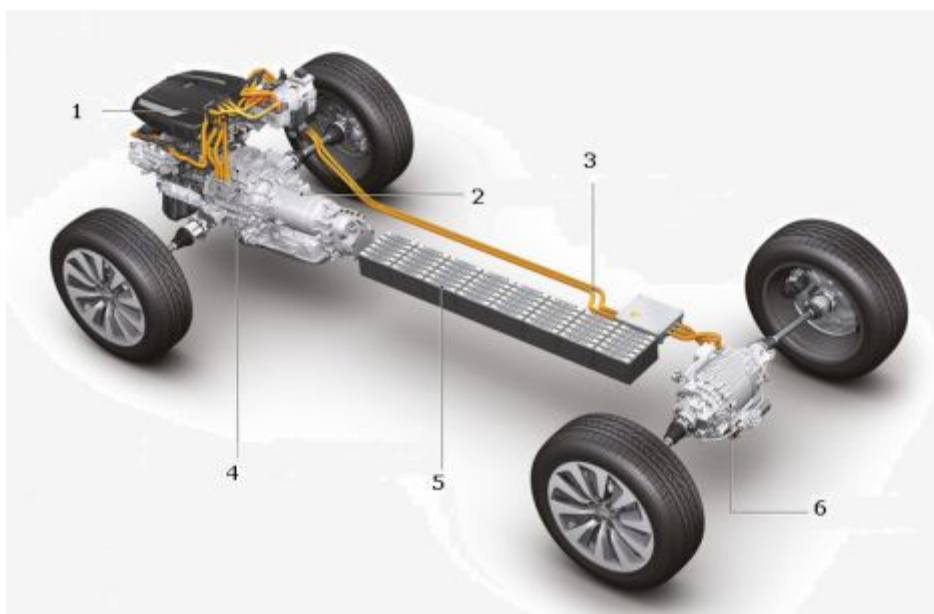
- **с 1981 року** – вільний диференціал з механічним блокуванням (ручний або електропневматичної);
- **с 1988 року** - симетричний диференціал, що самоблокується, Torsen (Audi V8);
- **с 1995 року** – вільний диференціал з електронним блокуванням.

Вал привода передньої осі забезпечує передачу крутного моменту від роздавальної коробки до головної передачі й міжколісного диференціалу передньої осі. Він поміщений в окремий кожух. На останніх моделях автомобілів Audi, оснащених системою quattro, коробка передач, роздавальна коробка, вал привода, головна передача й диференціал передньої осі об'єднані в одному корпусі.

У якості переднього міжколісного диференціала використовується вільний диференціал, до якого з 1995 року додана функція електронного блокування диференціала.

На автомобілях Audi з поперечним розташуванням двигуна (Audi A3/S3, Audi TT, Audi Q3) використовується **система повного привода, що підключається автоматично**, аналогічна системі 4Motion із фрикційною муфтою Haldex.

Перспективна версія системи повного привода від Audi заснована на використанні гібридної силової установки й називається **E-tron quattro**. Дану систему планується встановлювати на серійні автомобілі з 2014 року (рис. 1.5).



1. двигун внутрішнього згоряння
2. коробка передач
3. кабель високої напруги
4. електродвигун
5. високовольтна акумуляторна батарея
6. задній міст із електричним приводом

Рисунок 1.5 – Схема системи повного привода E-tron quattro

Конструктивно система E-tron quattro включає на додаток до двигуна внутрішнього згоряння й коробки передач два електродвигуни - потужністю 33 кВт на передній осі й 60 кВт - на задній. При цьому задня вісь має тільки електричний привод. Живлення електродвигунів здійснюється від літій-іонної акумуляторної батареї, установлені в центральному тунелі автомобіля.

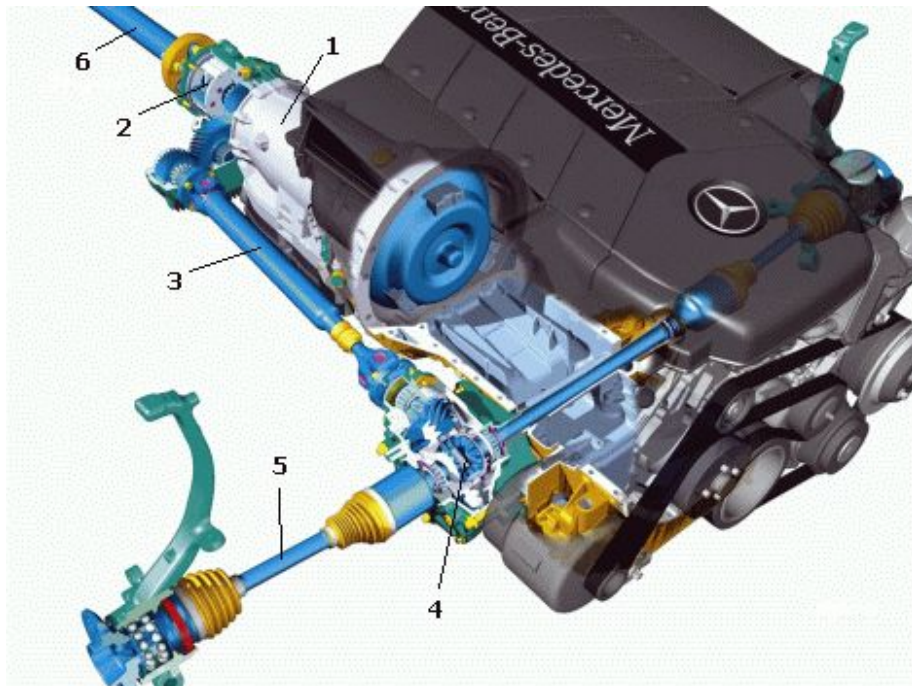
1.6 Система повного привода 4Matic є розробкою Mercedes-Benz

Система повного привода 4Matic є розробкою Mercedes-Benz і встановлюється на деякі моделі легкових автомобілів. Назва 4Matic - зареєстрований товарний знак. Трансмісія автомобілів із системою 4Matic має тільки автоматичну коробку передач.

Історія системи повного привода 4Matic включає **три покоління**:

Покоління, автомобілі	Характеристика приводу
1 покоління (з 1986 року) Е-клас (тип 124)	повний привід, що підключається автоматично, механічні блокування міжосьового й заднього міжколісного диференціалів, керування приводом за допомогою двох гідравлічних муфт, при спрацьовуванні системи ABS відключення повного привода
2 покоління (з 1997 року) Е-клас (тип 210)	постійний повний привід, міжосьовий і міжколісні диференціали вільного типу, блокування міжколісних диференціалів симулюються за допомогою системи контролю тягового зусилля
3 покоління (з 2002 року) С-клас (тип 203) Е-клас (тип 211) S-клас (тип 220)	постійний повний привід, міжосьовий і міжколісні диференціали вільного типу, контроль за рухом за допомогою системи курсової стійкості, що включає систему контролю тягового зусилля

Система повного привода 4Matic останні покоління має наступний пристрій (рис. 1.6):



1. автоматична коробка передач
2. роздавальна коробка
3. карданна передача привода передньої осі
4. головна передача й передній міжколісний диференціал
5. приводні вали із шарнірами рівних кутових швидкостей
6. карданна передача привода задньої осі

Рисунок 1.6 – Схема системи повного привода 4Matic

Центральним конструктивним елементом системи 4Matic є роздавальна коробка, що здійснює безступінчастий розподіл крутного моменту по осях автомобіля.

Планетарний редуктор виконує в коробці функцію несиметричного міжосьового диференціала. Передача крутного моменту відбувається таким чином, що на передню вісь доводиться 40% його номінальної величини, на задню вісь - 60% (на деяких моделях це співвідношення 45:55).

Приводний вал з'єднаний з водило планетарного редуктора. Вал привода задньої осі обертається від сонячної шестерні більшого діаметра. Вал привода передньої осі порожній, з'єднаний із сонячною шестернею малого діаметра, з іншої сторони за допомогою циліндричних шестерень з'єднаний з карданною передачею передньої осі.

У системі 4Matic не передбачено блокувань міжосьового й межколесних диференціалів. Автоматичний контроль стійкості при русі автомобіля забезпечує система курсової стійкості ESP, що включає систему контролю тягового зусилля ETS, антипробуксовочну систему ASR й антиблокувальну систему гальм ABS.

Система **ETS (Electric Traction System)** по конструкції аналогічна електронному блокуванню диференціала. При спрацьовуванні система симулює блокування межколесних диференціалів шляхом подтормаживання коліс, що буксують. При цьому крутний момент на колесі із кращим зчепленням збільшується, чим досягається впевнений розгін з місця, прискорення на дорогах з поганим покриттям, тобто, стійке керування автомобілем у складних умовах.

7. Система повного привода xDrive (BMW)

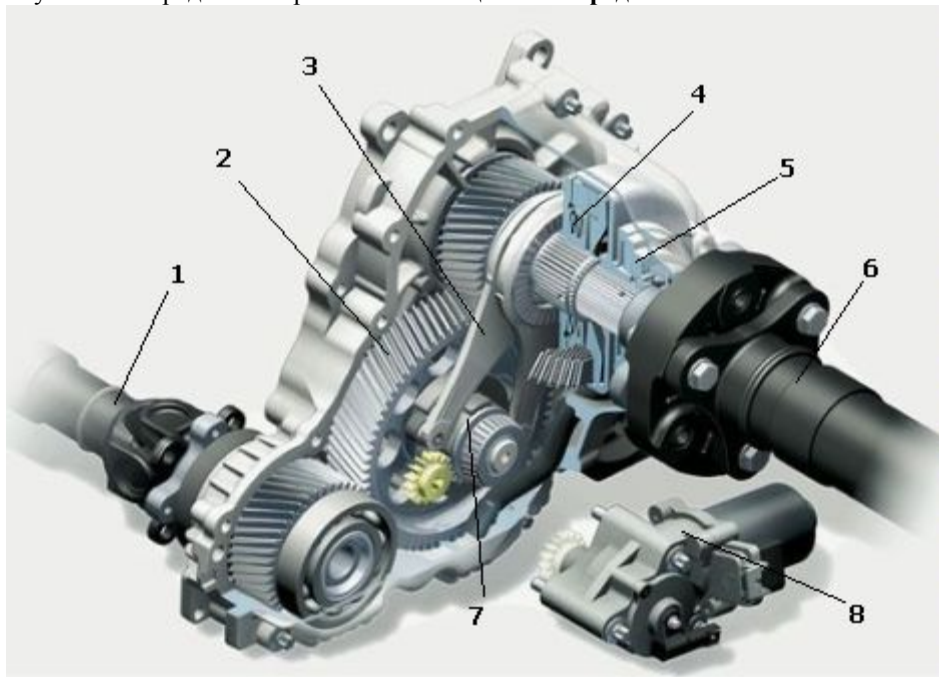
Система повного привода xDrive є розробкою концерну BMW і відноситься до систем постійного повного привода. Система забезпечує безступінчастий, безперервний і змінний розподіл крутного моменту між передньою й задньою віссю залежно від умов руху. У цей час система xDrive установлюється на спортивних позашляховиках (SAV, Sports Activity Vehicle) X1, X3, X5, X6 і легкових автомобілях 3-й, 5-й й 7-й серій.

Історія розвитку повного привода від BMW включає чотири покоління:

Покоління	Характеристика
1 покоління, с 1985 року	розподіл крутного моменту між осями при нормальному русі в співвідношенні 37:63 (37% - на передню вісь, 63% - на задню вісь), блокування міжосьового диференціала, заднього міжколісного диференціала за допомогою в'язкісної муфти (віскомуфта)
2 покоління, с 1991 року	розподіл крутного моменту між осями при нормальному русі в співвідношенні 36:64, блокування міжосьового диференціала за допомогою багатодискової муфти з електромагнітним керуванням, блокування заднього міжколісного диференціала за допомогою багатодискової муфти з електрогідролічним керуванням, можливість перерозподілу крутного моменту між осями

	(колесами) у межах від 0 до 100%
3 покоління, с 1999 року	розподіл крутного моменту між осями при нормальному русі в співвідношенні 38:62, міжосьовий і міжколісні диференціали вільного типу, електронне блокування міжколісних диференціалів, взаємодія із системою динамічного контролю курсової стійкості
4 покоління, с 2003 року	розподіл крутного моменту між осями при нормальному русі в співвідношенні 40:60, функцію міжосьового диференціала виконує багатодискова фрикційна муфта з електронним керуванням, можливість перерозподілу крутного моменту між осями в межах від 0 до 100%, електронне блокування міжколісних диференціалів, взаємодія із системою динамічного контролю курсової стійкості

Система повного привода xDrive у своїй основі використовує традиційну для BMW задньопривідну схему трансмісії. Розподіл крутного моменту між осями здійснюється за допомогою **роздавальної коробки** (рис. 7), що являє собою зубчасту передачу привода передньої осі, керовану фрикційною муфтою. У трансмісії спортивних позашляховиків замість зубчастої передачі використовується **ланцюгова передача**.



1. приводний вал передньої осі
2. зубчаста передача
3. важіль
4. фрикційна муфта
5. масляний насос
6. приводний вал задньої осі
7. ексцентрик
8. електродвигун з понижуючим редуктором

Рисунок 1.7 – Схема роздавальної коробки системи xDrive

Система xDrive інтегрована із системою динамічного контролю курсової стійкості **DSC (Dynamic Stability Control)**. Крім електронного блокування диференціала система DSC поєднує систему контролю тяги **DTC (Dynamic Traction Control)**, систему допомоги при спуску **HDC (Hill Descent Control)** і ін.

Взаємодія систем xDrive й DSC здійснюється за допомогою системи інтегрального керування ходовою частиною **ICM (Integrated Chassis Management)**. Система ICM також забезпечує зв'язку із системою активного рульового керування **AFS (Active Front Steering)**.

Принцип роботи системи повного привода xDrive

У роботі системи повного привода можна виділити кілька характерних режимів, обумовлених алгоритмом спрацьовування фрикційної муфти:

- рушання з місця;
- проходження поворотів з надлишковим повертанням;
- проходження поворотів з недостатнім повертанням;
- рух на слизькому покритті;
- паркування.

При рушанні з місця в нормальних умовах фрикційна муфта замкнута, крутний момент розподіляється по осях у співвідношенні 40:60, чим досягається максимальна тяга при розгоні. При досягненні швидкості 20км/ч розподіл крутного моменту між осями здійснюється залежно від дорожніх умов.

При проходженні поворотів з надлишковим повертанням (задню вісь заносить до зовнішньої сторони повороту) фрикційна муфта замикається з більшою силою, а на передню вісь направляється більший крутний момент. При необхідності в роботу включається система DSC, що стабілізує рух автомобіля шляхом підгальмування коліс.

При проходженні поворотів з недостатнім повертанням (передня вісь зноситься до зовнішньої сторони повороту) фрикційна муфта розмикається, а на задню вісь направляється до 100% крутного моменту. При необхідності в роботу включається система DSC.

При русі на слизькому покритті (лід, сніг, вода) пробуксовка окремих коліс запобігається за рахунок блокування фрикційної муфти і, при необхідності, електронним міжколісним блокуванням системою DSC.

Під час паркування фрикційна муфта повністю розмикається, автомобіль стає задньопривідним, чим досягається зниження навантажень у трансмісії й рульовому керуванні.

Практична робота №2 **Вивчення конструкцій автомобільних зчеплень**

Мета роботи – вивчити сучасні конструкції *автомобільних зчеплень* та принцип їх роботи

Обладнання та наочні засоби: зчеплення автомобіля ЗИЛ, ВАЗ, плакати.

Зчеплення призначене для короткочасного від'єднання двигуна від трансмісії і плавного їх з'єднання при перемиканні передач, а також запобігання елементів трансмісії від перевантажень і гасіння коливань. Зчеплення автомобіля розташовується між двигуном і коробкою передач.

Залежно від конструкції розрізняють наступні типи зчеплень:

- фрикційне зчеплення;
- гідравлічне зчеплення;
- електромагнітне зчеплення.

Фрикційне зчеплення передає крутний момент за рахунок сил тертя. У гідравлічному зчепленні зв'язок забезпечується за рахунок потоку рідини. Електромагнітне зчеплення управляється магнітним полем.

Найпоширенішим типом зчеплення є фрикційне зчеплення. Розрізняє наступні види фрикційного зчеплення:

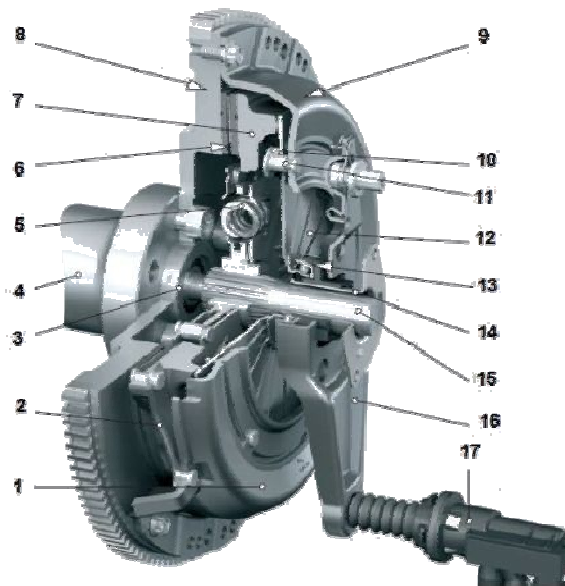
- однодискове зчеплення;
- дводискове зчеплення;
- багатодискове зчеплення.

Залежно від стану поверхні тертя зчеплення може бути сухе й мокре. У сухому зчепленні використовується сухе тертя між дисками. Мокре зчеплення припускає роботу дисків у рідині.

На сучасних автомобілях встановлюється в основному **сухе однодискове зчеплення**. Однодискове зчеплення має наступний пристрій (рис. 2.1):

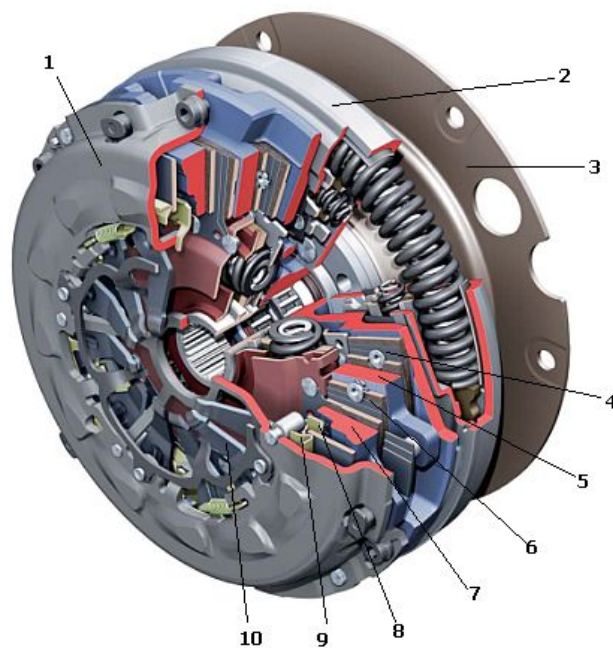
На вантажних і легкових автомобілях з потужним двигуном застосовується **дводискове зчеплення** (рис. 2.2). Дводискове зчеплення здійснює передачу більшого крутного моменту при незмінному розмірі, а також забезпечує більший ресурс конструкції. Це досягнуто за рахунок застосування двох ведених дисків, між якими встановлена проставка. У результаті отримані чотири поверхні тертя.

На вантажних і легкових автомобілях з потужним двигуном застосовується **дводискове зчеплення** (рис. 2.3). Дводискове зчеплення здійснює передачу більшого крутного моменту при незмінному розмірі, а також забезпечує більший ресурс конструкції. Це досягнуто за рахунок застосування двох ведених дисків, між якими встановлена проставка. У результаті отримані чотири поверхні тертя.



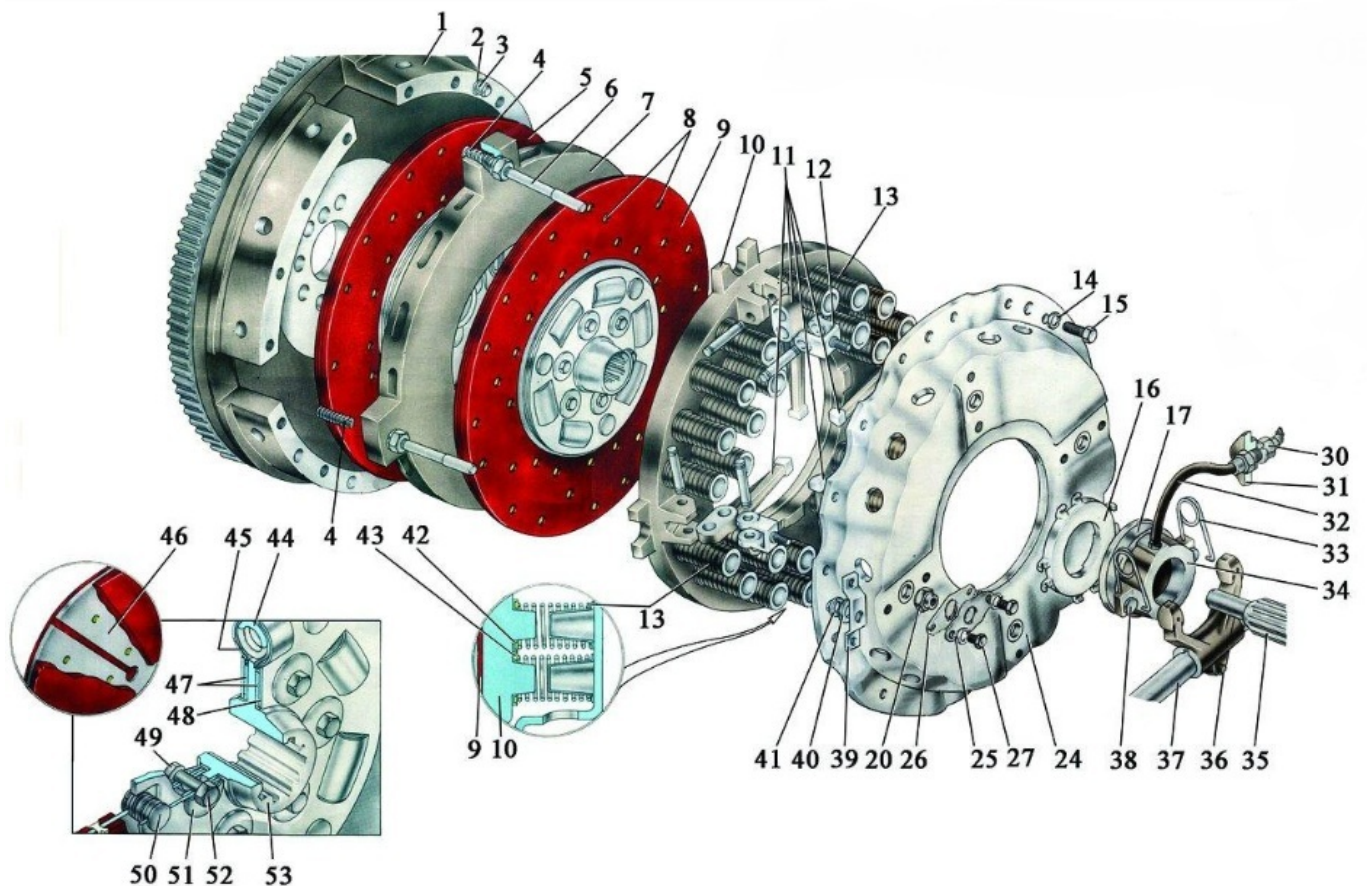
- | | | | |
|----|------------------------|-----|--------------------------------|
| 1. | корпус; | 10. | кільце; |
| 2. | тангенціальна пружина; | 11. | розпірний болт; |
| 3. | опорний підшипник; | 12. | діафрагмова пружина; |
| 4. | колінчатий вал; | 13. | витискний підшипник; |
| 5. | демпферна пружина; | 14. | напрямна; |
| 6. | ведений диск; | 15. | первинний вал коробки передач; |
| 7. | натискний диск; | 16. | вилка вимикання зчеплення; |
| 8. | маховик; | 17. | робочий циліндр |
| 9. | корзина зчеплення; | | |

Рисунок 2.1 – Схема однодискового зчеплення



- | | |
|-----|--|
| 1. | кришка корпусу |
| 2. | двомасовий маховик |
| 3. | приводна пластина |
| 4. | ведений диск 2 з демпферними пружинами |
| 5. | проставка |
| 6. | ведений диск 1 |
| 7. | натискний диск |
| 8. | сенсорна пружина |
| 9. | регульовальне кільце |
| 10. | діафрагмова пружина |

Рисунок 2.2 – Схема дводискового зчеплення



1. Маховик двигуна 2. Кільце стопорне установочного штифта 3. Штифт настановний 4. Пружина віджимна ведучого середнього диска 5. Диск зчеплення передній ведений 6. Шток автоматичного регулювального механізму 7. Диск зчеплення середній ведучий (проміжна плита) 8. Заклепки накладки зчеплення 9. Диск зчеплення задній ведений 10,62. Диски натискні 11. Важіль натискного диска зчеплення 12. Вилка важеля натискного диска зчеплення 13. Пружини натискні зчеплення 14,28. Шайби 15,27,52. Болти 16,41,63. Кільця упорні 17. Підшипник муфти (витискний) 18. Петля пружини упорного кільця 19. Пружина упорного кільця відтяжної пружини 20. Гайка регулювальна вилки важеля натискного диска 21. Вісь важеля важеля натискного диска 22. Вісь важеля натискного диска 23. Ролики 24. Кожух натискного диска 25. Пластина опорна 26. Пластина стопорна 29. Шайба замкова 30,56. Маслянки 31. Картер зчеплення 32,65. Шланги 33. Пружина муфти 34,64. Муфти вимикання зчеплення 35. Вал коробки передач первинний 36,66. Вилки вимикання зчеплення 37,68. Вали вилок вимикання зчеплення 38. Сухар муфти 39. Планка 40. Пружина тарілчаста автоматичного регулювання 42. Шайба натискної пружини 43. Шайба теплоізолююча 44. Пружина демфера ведена диска 45. Обойма пружини 46,61. Диски ведені; 47. Кільце фрикційне 48. Диск демфера 49. Гайка 50. Штифт демферний упорний 51. Пружина тарілчаста 52. Болт кріплення тарілчастої пружини 53. Маточина веденого диска 54. Картер маховика 55. Диски ведені з демфером 57. Кришка підшипника первинного вала КПП 58. Манжета 59. Підшипник первинного вала КПП 60. Вал двигуна колінчатий 67. Пружина відтяжна

Рисунок 2.3 – Дводискове зчеплення автомобіля КамАЗ

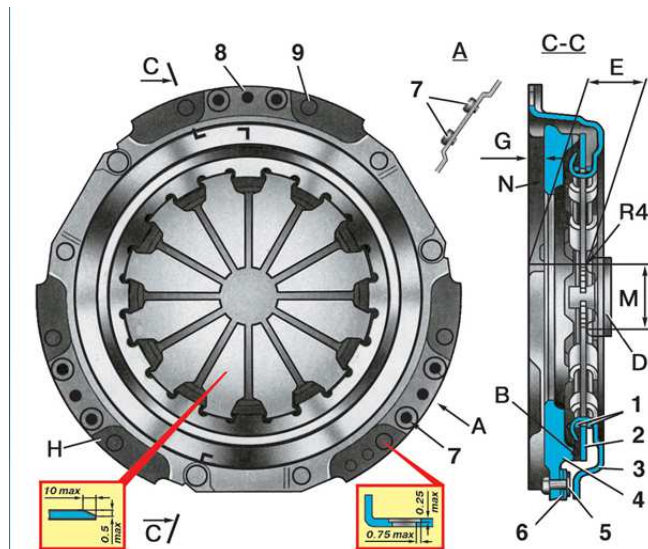
2.1 Складові частини зчеплення

Маховик установлюється на колінчатому валу двигуна. Він виконує роль **ведучого диска зчеплення**. На сучасних автомобілях застосовується, як правило, двомасовий маховик. Такий маховик складається із двох частин, з'єднаних пружинами. Одна частина з'єднана з колінчатим валом, інша - з веденим диском. Конструкція двомасового маховика забезпечує згладжування ривків і вібрацій колінчатого вала. У **картері зчеплення** розміщуються конструктивні елементи зчеплення. Картер зчеплення кріпиться болтами до двигуна.

Натискний диск (поз. 7 рис. 2.1) притискає ведений диск до маховика й при необхідності звільняє його від тиску. Натискний диск з'єднаний з корпусом (кожухом) за допомогою тангенціальних пластинчастих пружин. Тангенціальні пружини, при вимиканні зчеплення, виконують роль зворотних пружин.

На натискний диск впливає **пружина**, що забезпечує необхідне зусилля стиску для передачі крутного моменту.

На сьогоднішній день застосовуються *діафрагмові* (рис. 2.4) і *периферійні* пружини (рис. 2.5).



- 1 - опорні кільця;
- 2 - натискна діафрагмова пружина;
- 3 - кожух зчеплення;
- 4 - натискний диск;
- 5 - заклепка;
- 6 - сполучна пластина;
- 7 - балансувальні тягарці;
- 8 - отвору під настановні штифти;
- 9 - кріпильні отвори

Рисунок 2.4 – Зчеплення з діафрагмовою пружиною

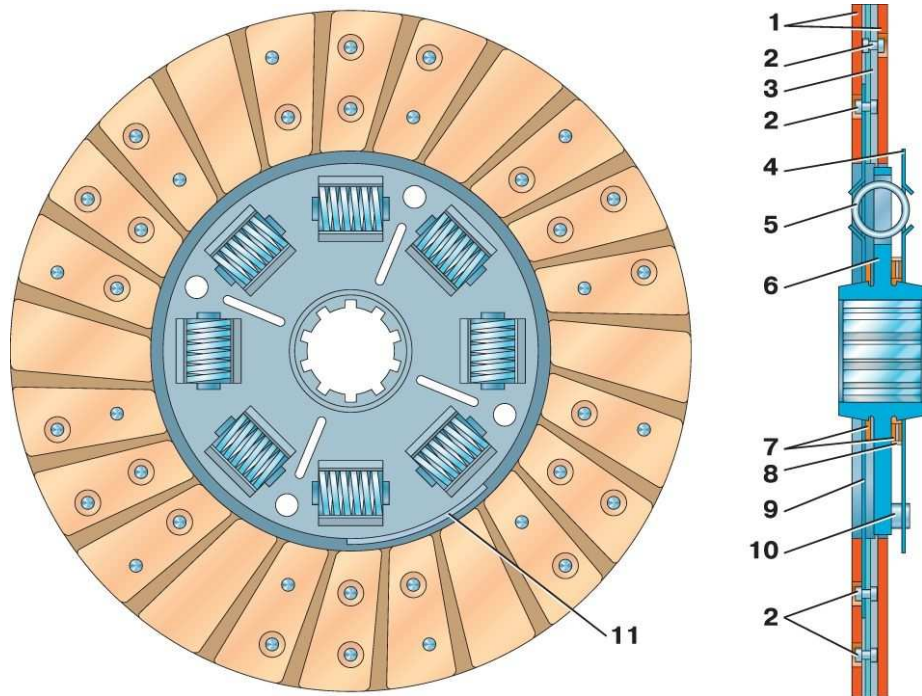


Рисунок 2.5 – Зчеплення з периферійними пружинами

Діафрагмова пружина зовнішнім діаметром опирається на краї натискного диска. Внутрішній діаметр пружини представлений пружними металевими пелюстками, на кінці яких впливає підшипник вимикання зчеплення. Діафрагмова пружина закріплена в корпусі. Для закріплення використовуються розпірні болти або опорні кільця.

Натискний диск, діафрагмова пружина й корпус утворюють єдиний конструктивний блок, що носить назву **корзина зчеплення**. Корзина зчеплення має тверде болтове з'єднання з маховиком. По характеру роботи розрізняють два типи корзин зчеплення - натискної й витяжної дії. У розповсюдженій корзині зчеплення натискної дії пелюстки діафрагмової пружини при вимиканні зчеплення переміщуються до маховика. У витяжній корзині зчеплення навпаки - пелюстки діафрагмової пружини переміщуються від маховика. Даний тип корзини зчеплення характеризується мінімальною товщиною, тому застосовується в умовах обмеженого простору.

Ведений диск (рис. 2.6) розташовується між маховиком і натискним диском. Маточина веденого диска з'єднується шліцами з первинним валом коробки передач і може переміщатися по них. Для забезпечення плавності включення зчеплення в маточині веденого диска розміщені демпферні пружини, що виконують роль гасителя крутильних коливань.



1 - фрикційні накладки; 2 - заклепки; 3 - пружний ведений диск; 4 - сталевий диск; 5 - демпферна пружина; 6 - маточина; 7 - фрикційні кільця; 8 - регулювальні кільця; 9 - ведений диск; 10 - упорний палець; 11 - балансувальний тягарець.

Рисунок 2.6 – Ведений диск зчеплення

На веденому диску із двох сторін установлені **фрикційні накладки**. Накладки виготовляються зі скляних волокон, мідного й латунного дроту, які запресовані в суміш зі смоли й каучуку. Такий состав може короткочасно витримувати температуру до 400°C. Накладки веденого диска можуть мати й більш високу теплову характеристику. На спортивних автомобілях установлюють т.зв. **керамічне зчеплення**, накладки веденого диска якого складаються з кераміки, кевлара й вуглецевого волокна. Ще більш міцні металокерамічні накладки, що витримують температуру до 600°C.

Підшипник вимикання зчеплення (повсякденна назва - **витискний підшипник**) є передатним пристроєм між зчепленням і приводом. Він розташовується на осі обертання зчеплення й безпосередньо впливає на пелюстки діафрагмової пружини. Підшипник розташовується на муфті вимикання. Переміщення муфти з підшипником забезпечує **вилка зчеплення**.

2.2 Принцип роботи однодискового зчеплення

Однодискове сухе зчеплення постійно включене. Роботу зчеплення забезпечує привод зчеплення.

При натисканні на педаль зчеплення (рис. 2.7) привід зчеплення переміщає вилку зчеплення, що впливає на підшипник зчеплення. Підшипник натискає на пелюстки діафрагмової пружини натискного диска. Пелюстки діафрагмової пружини прогинаються убік маховика, а зовнішній край пружини відходить від натискного диска, звільняючи його. При цьому тангенціальні пружини віджимають натискний диск. Передача крутного моменту від двигуна до коробки передач припиняється.

При відпусканні педалі зчеплення діафрагмова пружина приводить натискний диск у контакт із веденим диском і через нього в контакт із маховиком. Крутний момент за рахунок сил тертя передається від двигуна до коробки передач.

УСЛОВНАЯ СХЕМА СЦЕПЛЕНИЯ
(СЦЕПЛЕНИЕ ВКЛЮЧЕНО)

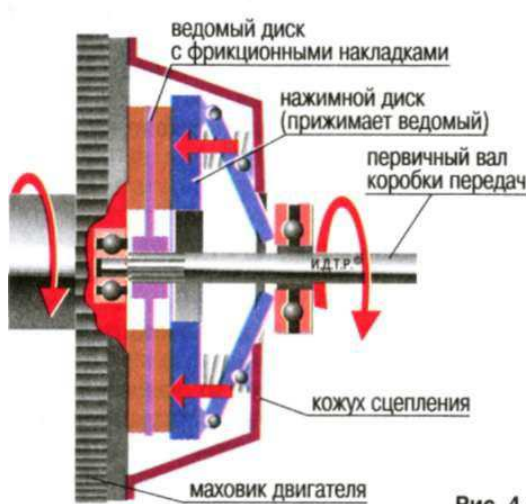


Рис. 4.4

УСЛОВНАЯ СХЕМА СЦЕПЛЕНИЯ
(СЦЕПЛЕНИЕ ВЫКЛЮЧЕНО)

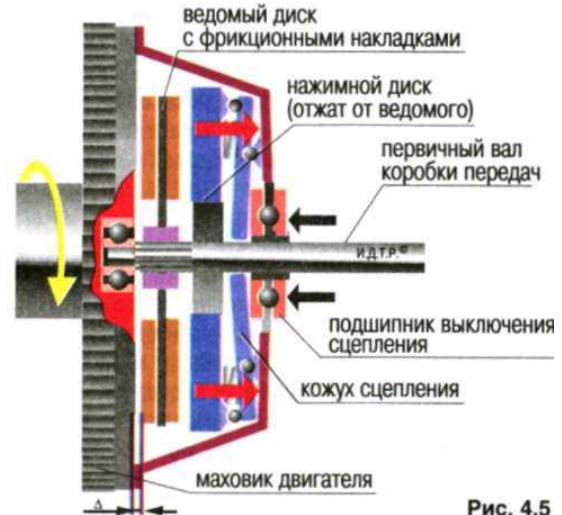


Рис. 4.5

Рисунок 2.7 – Схема работы зчеплення

2.3 Приводи зчеплень

Привод зчеплення призначений для забезпечення вимкання зчеплення, а саме віджимання діафрагмової пружини. На сучасних автомобілях застосовуються приводи зчеплення наступних видів:

- механічний привід;
- гідравлічний привід;
- електрогідравлічний привід.

Найбільше застосування в автомобілі знайшли механічний і гідравлічний приводи зчеплення. Електрогідравлічний привід використовується для автоматизації керування зчепленням у роботизованій коробці передач, наприклад, у коробці передач Easytronic.

Механічний привід зчеплення

Механічний привід використовується як привід зчеплення невеликих легкових автомобілів. Даний вид привода відрізняє простота конструкції й невисока вартість.

Механічний привід зчеплення має наступний **пристрій** (рис. 2.8):

Основним конструктивним елементом механічного приводу зчеплення є **трос**, що з'єднує педаль зчеплення з вилкою вимкання. Трос укладений в оболонку. При натисканні на педаль зчеплення зусилля через трос передається на важільну передачу, що у свою чергу переміщає вилку зчеплення й забезпечує вимкання зчеплення.

У системі передбачений **механізм регулювання вільного ходу педалі зчеплення**, що включає регульовальну гайку на кінці троса. Необхідність регулювання обумовлена поступовою зміною положення педалі зчеплення внаслідок зношування фрикційних накладок.

Гідравлічний привід зчеплення

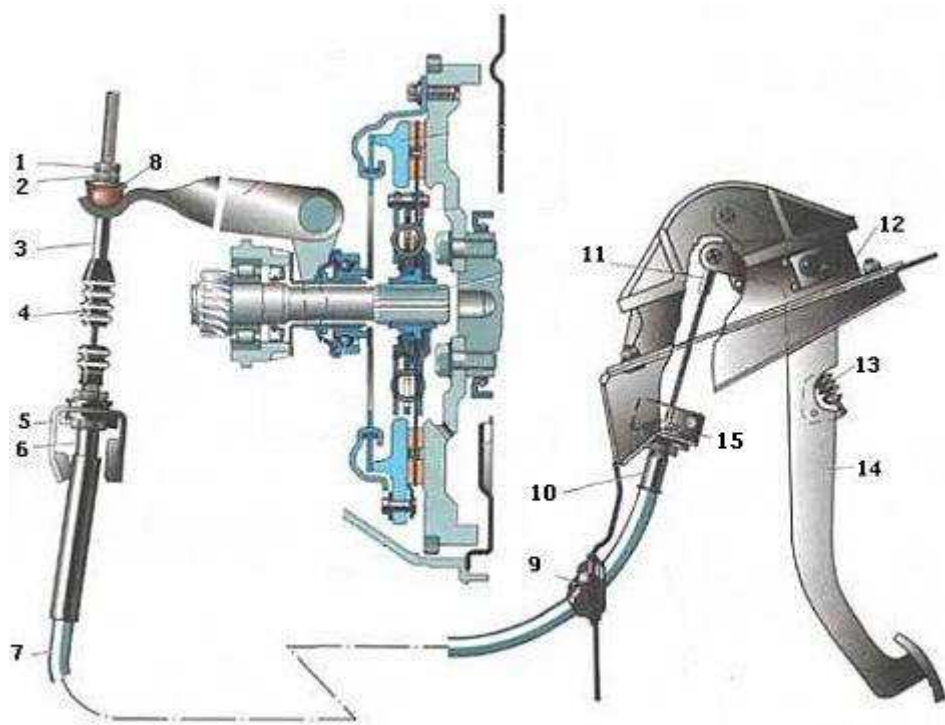
Гідравлічний привід зчеплення по конструкції аналогічний гідравлічному приводу гальмової системи. У ньому використовується властивість нестискання рідини. Як робоча рідина застосовується гальмова рідина.

Гідравлічний привід зчеплення має таку **будову** (рис. 2.9)

Конструктивно головний і робочий циліндри складаються з поршня зі штовхачем, розміщених у корпусі. При натисканні на педаль зчеплення штовхач переміщає поршень головного циліндра, відбувається відсічення робочої рідини від бачка. При подальшому русі поршня робоча рідина по трубопроводу надходить у робочий циліндр. Під впливом рідини відбувається рух поршня зі штовхачем. Штовхач діє на вилку зчеплення й забезпечує вимкання зчеплення.

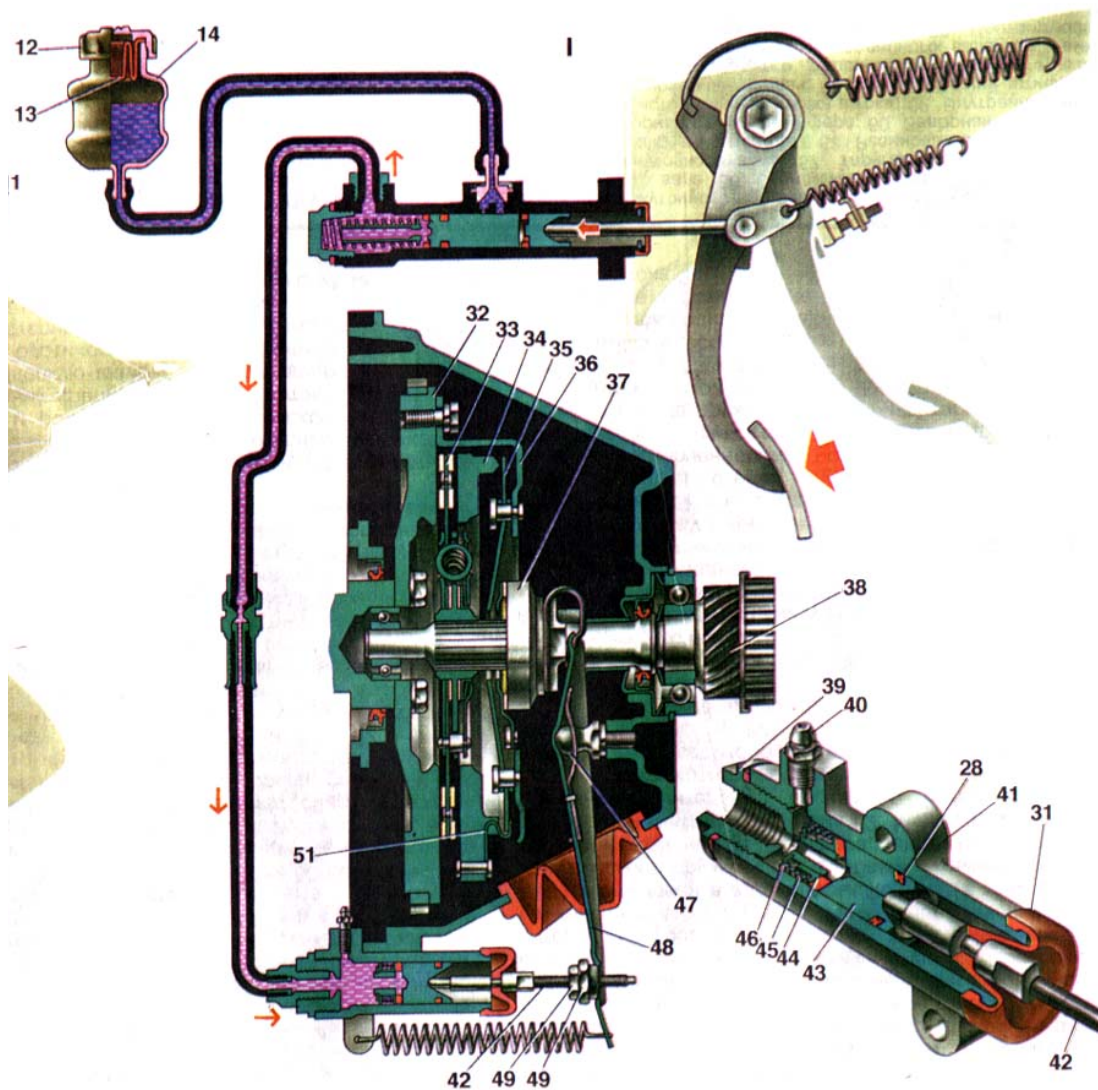
Для видалення повітря із системи гідроприводу зчеплення (прокачування системи) на головному й робочому циліндрах установлені спеціальні клапани (*штуцери*).

Для полегшення керування на деяких моделях автомобілів використовуються пневматичний або вакуумний підсилювач привода зчеплення.



1. контргайка
2. регулювальна гайка
3. нижній наконечник троса
4. захисний чохол троса
5. кронштейн кріплення троса
6. нижній наконечник оболонки троса
7. оболонка троса
8. поводок троса
9. ущільнювач
10. верхній наконечник оболонки троса
11. верхній наконечник троса
12. кронштейн педалі зчеплення
13. пружина педалі зчеплення
14. педаль зчеплення
15. упорна пластина

Рисунок 2.8 - Схема механічного приводу зчеплення



- | | |
|--|--|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Головний циліндр привода вимикання зчеплення; 2. Головний циліндр привода гальм; 3. Вакуумний підсилювач; 4. Кронштейн педалей зчеплення й гальма; 5. Внутрішні втулки педалей зчеплення й гальма; 6. Гачок сервопружини; 7. Дистанційна втулка; 8. Вісь педалей; 9. Зовнішні втулки педалей зчеплення й гальма; 10. Відтяжна пружина педалі гальма; 11. Сервопружина; 12. Пробка бачка; 13. Відбивач пробки; 14. Бачок головного циліндра; 15. Педаль гальма; 16. Відтяжна пружина педалі зчеплення; 17. Обмежувальний гвинт ходу педалі зчеплення; 18. Педаль зчеплення; 19. Пластина відтяжної пружини педалі зчеплення; 20. Штовхач; 21. Пробка корпусу головного циліндра; 22. Корпус головного циліндра; 23. Пружина поршня; 24. Поршень головного циліндра; 25. Стопорна шайба; 26. Штуцер; | <ol style="list-style-type: none"> 27. Прокладка штуцера; 28. Ущільнювач; 29. Поршень штовхача; 30. Стопорне кільце; 31. Захисний ковпачок; 32. Маховик; 33. Ведений диск; 34. Натискний диск; 35. Натискна пружина; 36. Кожух зчеплення; 37. Підшипник вимикання зчеплення; 38. Первинний вал коробки передач; 39. Пробка корпусу робочого циліндра; 40. Штуцер; 41. Корпус робочого циліндра; 42. Штовхач вилки вимикання зчеплення; 43. Поршень; 44. Опорна тарілка пружини поршня; 45. Пружина; 46. Опорна шайба пружини; 47. Кульова опора вилки вимикання зчеплення; 48. Вилка вимикання зчеплення; 49. Регулювальна гайка; 50. Контргайка; 51. Фіксатор натискної пружини; |
|--|--|

Рисунок 2.9 - Схема роботи гідравлічного привода зчеплення ВАЗ-2107

Конструктивно головний і робочий циліндри складаються з поршня зі штовхачем, розміщених у корпусі. При натисканні на педаль зчеплення штовхач переміщає поршень головного циліндра, відбувається відсічення робочої рідини від бачка. При подальшому русі поршня робоча рідина по трубопроводу надходить у робочий циліндр. Під впливом рідини відбувається рух поршня зі штовхачем. Штовхач діє на вилку зчеплення й забезпечує вимикання зчеплення.

Для видалення повітря із системи гідроприводу зчеплення (прокачування системи) на головному й робочому циліндрах установлені спеціальні клапани (*штуцери*).

Для полегшення керування на деяких моделях автомобілів використовуються пневматичний або вакуумний підсилювач привода зчеплення.

2.4 Подвійне зчеплення

Більшість сучасних роботизованих коробок передач обладнані подвійним зчепленням. Даний пристрій, крім традиційних функцій зчеплення, забезпечує попередній вибір чергової передачі при включеній іншій передачі за рахунок почергової роботи двох фрикційних муфт. При цьому крутний момент від двигуна на ведучі колеса передається безупинно.

У роботизованій коробці передач із подвійним зчепленням для парних і непарних передач використовується окреме зчеплення. По своїй суті це дві окремі коробки передач, що заходяться в одному корпусі й працюють як єдине ціле.

Застосування подвійного зчеплення в конструкції коробок передач почалося з **1980 року** завдяки розробкам Porsche і Audi для своїх спортивних автомобілів. На теперішній час подвійне зчеплення використовується в наступних конструкціях коробок передач: DSG від Volkswagen; M DCT від BMW; Powershift від Ford; Speedshift від Mercedes-Benz; S-Tronic від Audi; Twin Clutch SST від Mitsubishi; 7DT від Porsche.

Через високу технічну складність виробників подвійного зчеплення не так багато, у тому числі: BorgWarner («мокре» зчеплення для Volkswagen); Getrag (коробки передач із подвійним зчепленням для BMW, Chrysler, Dodge, Ferrari, Ford, Mercedes-Benz, Mitsubishi, Renault, Volvo); Luk («сухе» зчеплення для Volkswagen); Ricardo (коробка передач для Bugatti Veyron); ZF (коробка передач для Porsche).

Ряд автомобільних компаній у конструкції своїх коробок використовують компоненти різних виробників, наприклад, в M DCT від BMW використовується коробка передач від Getrag, а подвійне зчеплення від BorgWarner.

Розрізняють два типи подвійного зчеплення:

- «сухе» (фрикційні диски в повітрі);
- «мокре» (фрикційні диски в маслі).

«Мокре» зчеплення має краще охолодження, тому може застосовуватися для передачі більшого крутного моменту (**до 350 нм і більше**). Наприклад, «мокре» зчеплення в коробці передач Bugatti Veyron забезпечує передачу крутного моменту 1250 нм. Межа «сухого» зчеплення – **250 нм**. Разом з тим, «сухе» зчеплення більш ефективно в експлуатації, тому що в ньому відсутні втрати потужності двигуна на привід масляного насоса.

На прикладі подвійного зчеплення фірми BorgWarner рис. 2.10.

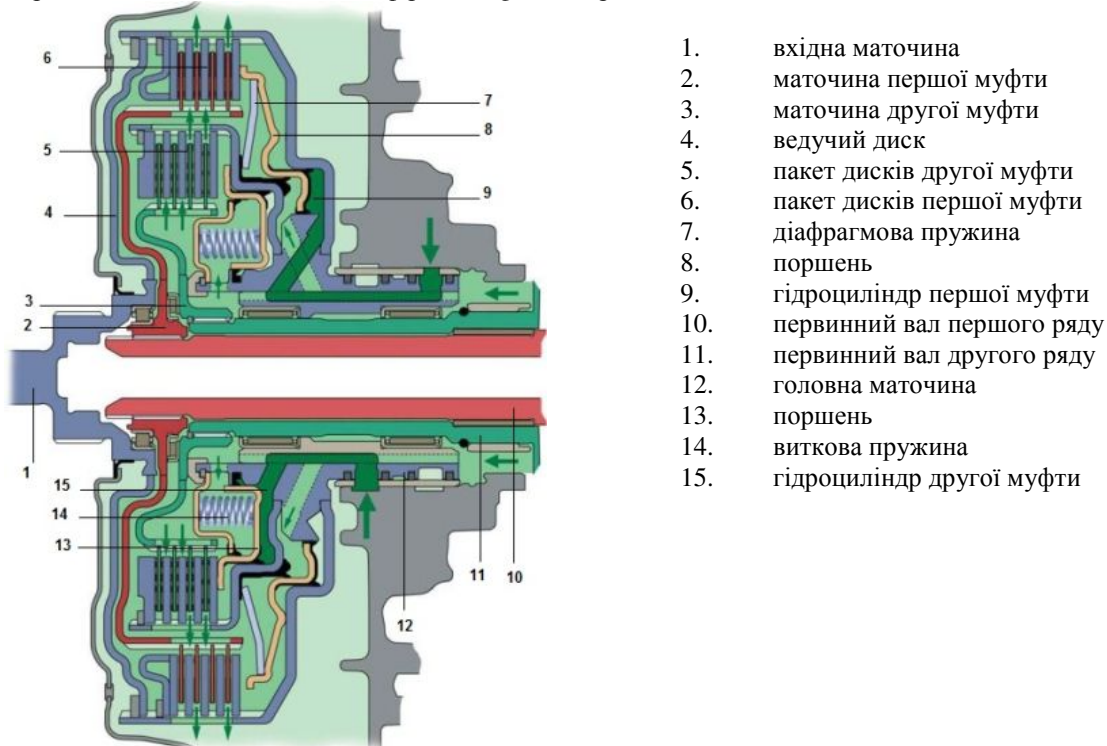


Рисунок 2.10 - Схема подвійного зчеплення

Конструктивно подвійне зчеплення поєднує два пакети фрикційних дисків, розміщених у корпусі. Частина дисків обох пакетів жорстко з'єднана з корпусом зчеплення. Корпус, у свою чергу, через маточини з'єднаний із двигуном. Інша частина дисків закріплена на своїх маточинах, які посаджені на первинні вали відповідних рядів передач.

Нормальне положення зчеплення - розімкнуте. Замикання зчеплення (стиск пакетів дисків) виконується за допомогою гідроциліндрів під керуванням електрогідравлічного модуля. У вихідне положення диски повертаються за допомогою пружин.

Залежно від конструкції зчеплення пакети фрикційних дисків можуть мати:

- концентричне розташування (муфти розташовані в одній площині, перпендикулярно первинному валу);
- паралельне розташування (муфти розташовані один за одним паралельно).

Концентричне розташування муфт більш компактне, тому застосовується в трансмісії передприводних автомобілів (поперечне розташування двигуна). При концентричному розташуванні зовнішня муфта обслуговує непарні передачі, внутрішня - парні передачі. У силу своєї конструкції (більша площа дисків) зовнішня муфта розрахована на передачу більшого крутного моменту. Подвійне зчеплення з паралельним розташуванням дисків застосовується, в основному, на задньопривідних автомобілях.

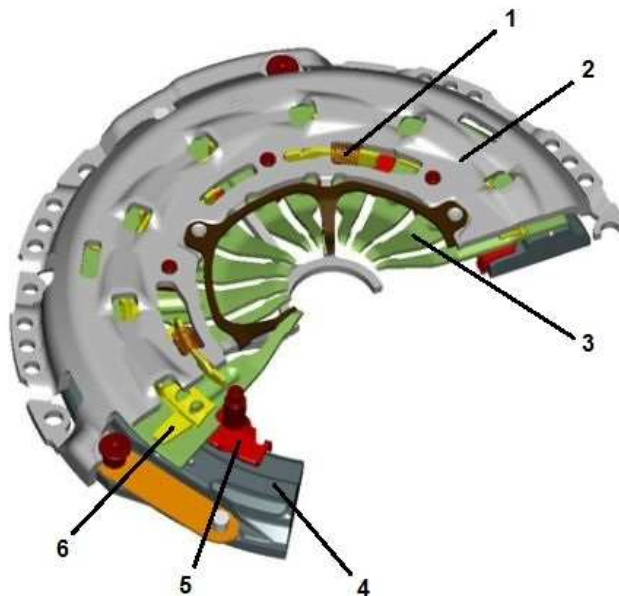
2.5 Саморегулююче зчеплення

Експлуатація зчеплення супроводжується зношуванням накладок веденого диска, внаслідок чого натискний диск зміщується в напрямку маховика, а «пелюстки» діафрагмової пружини - у протилежну сторону. Все це приводить до збільшення витискного зусилля, зусилля на педалі зчеплення й зміні її положення.

В 1995 році компанія Luk запропонувала систему автоматичної компенсації зношування накладок веденого диска, що одержала назву **саморегулююче зчеплення** (Self-Adjusting Clutch, SAC). У цей час розроблені й активно використовуються різні конструкції саморегулюючого зчеплення:

- зчеплення SAC від Luk;
- зчеплення XTend від ZF Sachs;
- зчеплення SAT від Valeo.

Всі конструкції володіють в основному схожими функціями. Крім компенсації зношування, саморегулююче зчеплення забезпечує зниження й сталість витискного зусилля. Все це значно підвищує термін служби зчеплення й дозволяє використовувати його в трансмісіях різних автомобілів, у т.ч. з потужними двигунами. Саморегулююче зчеплення використовується в ряді конструкцій роботизованих коробок передач, наприклад, у коробці передач Easytronic.



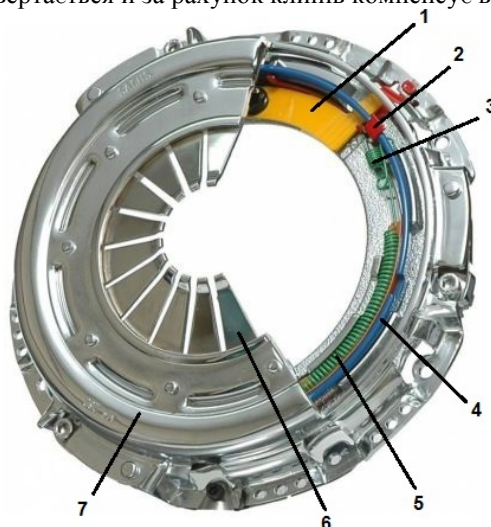
1. пружина регулювального кільця;
2. корпус корзини зчеплення;
3. діафрагмова пружина;
4. натискний диск;
5. сенсорна діафрагмова пружина;
6. регулювальне кільце

Рисунок 2.11 – Схема саморегулюючого зчеплення SAC

Саморегулююче зчеплення SAC (рис. 2.11) включає діафрагмову пружину, що опирається на сенсорну пружину. Сенсорна пружина по колу має велику кількість коротких «пелюстків». Над діафрагмовою пружиною

розташовується регульовальне кільце, що має дванадцять клинів і закріплено в корпусі за допомогою трьох пружин.

На відміну від діафрагмової пружини сенсорна пружина має постійну силову характеристику, величина якої відповідає зусиллю спрацьовування нового зчеплення (із цілими накладками веденого диска). По мірі зношування накладок, натискне зусилля на сенсорну діафрагмову пружину збільшується, її «пелюстки» прогинаються. Регульовальне кільце під дією пружин повертається й за рахунок клинів компенсує виникаючий зазор.



1. пружинна засувка;
2. обмежник на корпусі зчеплення;
3. пружина розтягання повзуна;
4. настановне кільце;
5. пружина натягу настановного кільця;
6. діафрагмова пружина;
7. корпус корзини зчеплення

Рисунок 2.12 – Схема саморегулюючого зчеплення XTend

Механізм компенсації зношування **саморегулюючого зчеплення XTend** (рис. 2.12) має іншу конструкцію. Він розташований між діафрагмовою пружиною й натискним диском і включає два настановних кільця, пружинну засувку й обмежник на корпусі зчеплення. Кільця встановлені один на одного й з'єднані з корпусом пружиною натягу. По колу кілець виконано кілька клиноподібних повзунів, які закріплені пружиною розтягу.

Обмежник на корпусі зчеплення фіксує зношування накладок веденого диска. Пружинна засувка переміщається над кільцями на величину зношування до обмежника. Верхнє настановне кільце за рахунок пружини розтягу переміщається по клиноподібному повзуні. Пружинна засувка фіксується в піднятому положенні. При вимиканні зчеплення нижнє настановне кільце за рахунок пружини натягу повертається й фіксує верхнє кільце. Таким чином, компенсується величина зношування, а діафрагмова пружина залишається в незмінному положенні.

Саморегулююче зчеплення SAT (Self-Adjusting Technology) забезпечує автоматичну компенсацію зношування накладок веденого диска за допомогою унікального храпового механізму. Між діафрагмовою пружиною й натискним диском розташовується опорне кільце конічної форми. При виникненні зношування кільце повертається по конічній поверхні. На кільці закріплені зубчастий сектор, що обертає черв'яка. На одній осі із черв'яком розташоване храпове колесо. Фіксацію колеса здійснює собачка, за рахунок чого фіксується положення опорного кільця й відповідно компенсується зношування накладок

2.6 Електронне зчеплення

Механічна коробка передач є найпоширенішим видом трансмісії легкового автомобіля в Європі, тому постійно проводяться роботи з її вдосконалювання. Однієї з таких розробок є електронне зчеплення. Уперше фізична (трос, гідравліка) зв'язок між педаллю й приводом зчеплення розірваний й замінений електронною системою.

Electronic Clutch System (ECS) є перспективною розробкою компанії Bosch. Як заявляє виробник, електронне зчеплення впритул наближає механічну коробку передач до коробки-автомата. На відміну від роботизованої коробки передач у системі **eClutch** автоматизований тільки привод зчеплення. Дане нововведення істотно спрощує процес керування механічною коробкою передач, дозволяє заощаджувати паливо. Крім того електронне зчеплення відкриває нові можливості по використанню механічної коробки передач на гібридних автомобілях.

Як усяка електронна система керування електронне зчеплення поєднує вхідні пристрої, електронний блок керування й виконавчий механізм. До вхідних пристроїв відносяться **блок педалі зчеплення** й ряд вхідних датчиків. Виробник повідомляє тільки про два датчики: датчику положення педалі газу й датчик положення важеля коробки передач. Насправді датчиків повинно бути більше.

Система електронного зчеплення має власний блок керування, що приймає й обробляє сигнали вхідних пристроїв, управляє виконавчим механізмом. У своїй роботі блок керування взаємодіє із системою керування

двигуном. Виконавчий механізм представлений **електрогідравлічним актуатором** (приводом), що здійснює по команді блоку керування переміщення вилки зчеплення.

За допомогою системи електронного зчеплення реалізовано кілька функцій:

- рух у режимі частих рушань і зупинок;
- плавне перемикання передач;
- керований рух накатом;
- розширення можливостей системи старт-старт-стоп-старт.

Найважливішою функцією є рух у режимі частих рушань і зупинок. Даний режим характерний для міських «пробок» і дозволяє автомобілю рухатися на першій передачі без використання педалі зчеплення. При знятті ноги з педалі газу система автоматично розмикає зчеплення. При подальшому гальмуванні двигун не глухне, тому що від'єднаний від трансмісії. Рушання з місця відбувається при звільненні педалі гальма. Все як в автоматичній коробці передач, тільки на першій передачі.

Електронне зчеплення забезпечує плавне перемикання (синхронізацію) всіх передач. Спеціальний датчик визначає момент переходу з однієї передачі на іншу. На підставі сигналу датчика електронне зчеплення за допомогою системи керування двигуном збільшує або зменшує оберти двигуна, чим досягається плавне перемикання передач.

Дві функції, що залишилися, електронного зчеплення спрямовані на економію палива, що за заявою виробника може досягати 10 відсотків. Функція руху накатом дозволяє виключити гальмування двигуном і використати повною мірою рух автомобіля по інерції, т.зв. регульований вибіг. Дана функція особливо актуальна при русі під ухил. У технічному плані все просто - при знятті ноги з педалі газу система eClutch виключає зчеплення й автомобіль рухається накатом.

На автомобілях, обладнаних системою старт-старт-стоп-старт, електронне зчеплення дозволяє домогтися додаткової економії палива. Тепер при знятті ноги з педалі газу на першій передачі відбувається не тільки від'єднання двигуна від трансмісії, а ще і його вимикання. До своєї повної зупинки автомобіль приходиться уже з виключеним двигуном. Тим самим збільшується неробочий час двигуна, а виходить, заощаджується паливо.

Контрольні питання

1. Яке призначення зчеплення?
2. Які типи зчеплень Ви знаєте?
3. Які складові частини зчеплення?
4. Як працює зчеплення?
5. Яке призначення демпфера?
6. Які бувають приводи зчеплення?

Практична робота № 3

Механічні коробки передач

Мета роботи – вивчити конструкції та принцип дії автомобільних коробок передач.

Обладнання та наочні засоби: коробки передач автомобіля „Renault Logan”, ЗІЛ, Volkswagen, роздавальна коробка, плакати.

3.1. Призначення та типи коробок передач

Коробкою передач називається механізм трансмісії, що змінює при русі автомобіля співвідношення між швидкостями обертання колінчатого вала двигуна й ведучих коліс.

Коробка передач служить для зміни крутного моменту на ведучих колесах автомобіля, тривалого роз'єднання двигуна й трансмісії й одержання заднього ходу. Крутний момент на ведучих колесах необхідно змінювати відповідно до дорожніх умов для забезпечення оптимальної швидкості й прохідності автомобіля, а також для найбільш економічної роботи двигуна.

Двигун і трансмісію необхідно роз'єднувати на тривалий час при роботі двигуна на холостому ходу.

Задній хід автомобіля потрібен для здійснення автомобілем певних маневрів.

Зміна крутного моменту на ведучих колесах і швидкості руху автомобіля здійснюється шляхом збільшення або зменшення передаточного числа коробки передач, що представляє собою відношення *швидкості обертання ведучого вала до швидкості обертання веденого вала*.

Наявність коробки передач у трансмісії дозволяє підвищити тяглово-швидкісні властивості, паливну економічність і прохідність автомобіля.

У загальному випадку ступенева коробка передач являє собою зубчастий (шестеренний) механізм, у якому зміна передаточного числа відбувається ступеневу.

Передаточні числа ступеневої коробки передач на всіх передачах, крім вищої, більше одиниці ($u_k > 1$). При включенні цих передач зменшується швидкість обертання веденого (вторинного) вала коробки передач і майже в стільки ж раз збільшується переданий крутний момент двигуна.

Вища передача в ступеневих коробках передач може бути на прямою ($u_k = 1$) або підвищувальною ($u_k < 1$).

При підвищувальній передачі знижується швидкість обертання колінчатого вала двигуна на 10...20%, підвищується довговічність деталей коробки передач і зменшується витрата палива при русі з тією же швидкістю, що й на прямій передачі.

3.2 Загальна будова механічної коробки передач (МКП)

Незалежно від типу, всі механічні коробки передач мають однакову будову. У сучасних коробках є кілька основних елементів:

- два або три паралельних вали;
- блоки шестерень на валах;
- синхронізатори (муфти включення передач);
- механізм перемикання передач.

Всі ці елементи розташовані в герметичному корпусі (картері), де забезпечується їхнє постійне змащення — для цього картер заповнюється спеціальним трансмісійним маслом. При зниженні рівня масла деталі КП швидко виходять із ладу (тому що випробовують значне тертя й механічні навантаження), можуть знадобитися нові запчастини для коробки передач і проведення ремонтних робіт.

Між двохвальною і тривальною МКП існують істотні відмінності.

Двовальні коробки передач застосовуються на передньопривідних легкових автомобілях малого класу й задньопривідних легкових автомобілях із заднім розташуванням двигуна. Число передач таких коробок становить 4-5. Вища передача у двовальних коробках часто буває підвищувальною, а більшість передач синхронізована.

Тривальні коробки передач встановлюються на задньопривідних легкових автомобілях з переднім розташуванням двигуна, на вантажних автомобілях малої й середньої вантажопідйомності й на автобусах. Число передач у цих коробках становить не менш чотирьох для легкових і вантажних автомобілів малої вантажопідйомності й від чотирьох до шести для вантажних автомобілів середньої вантажопідйомності.

Багатовальні коробки передач застосовуються на вантажних автомобілях великої вантажопідйомності з метою збільшення числа передач. Чим більше число передач у коробці передач, тим краще використовується потужність двигуна й вищі тягово-швидкісні властивості й паливна економічність автомобіля. Однак при цьому ускладнюється конструкція коробки передач й вибір передачі, оптимальної для даних умов руху. У багатовальних коробках передач число передач може бути від 8 до 24. У зв'язку із цим багатовальні багатоступеневі коробки передач найбільше застосування одержали на автомобілях-тягачах, що працюють із причепами й напівпричепами.

Перемикання передач у більшості ступеневих коробок передач виконується водієм. Однак останнім часом з'явилися конструкції ступеневих коробок передач, у яких перемикання передач автоматизоване на основі застосування мікропроцесорної техніки.

3.3 Конструкція двовальної коробки передач передньопривідного автомобіля

Двовальна коробка передач має відповідно два вали:

- *ведучий вал* — з'єднаний із зчепленням, обертається з тією же швидкістю, що колінчатий вал двигуна;
- *ведений вал* — розташований паралельно ведучому, при включенні передач крутний момент з нього передається на редуктор ведучого моста.

На кожному валу є блок шестерень, причому шестерні ведучого вала становлять із ним єдине ціле (часто фрезеруються з однієї заготовки). Шестерні веденого вала вільно обертаються на ньому, і при цьому мають постійне зачеплення із шестернями ведучого вала. На веденому валу, між шестернями, розташовані муфти включення передач (синхронізатори), за допомогою яких здійснюється блокування шестерень на вал при включенні передач.

Двовальні МКП володіють досить високим КПД і мають просту конструкцію, що забезпечує високий термін служби й знижує витрати на ремонт. Однак двовальні коробки через обмежений діапазон зміни крутного моменту знаходять застосування тільки на легкових автомобілях - вони встановлюються переважно на переднепривідних машинах, а також на авто із заднім розташуванням двигуна.

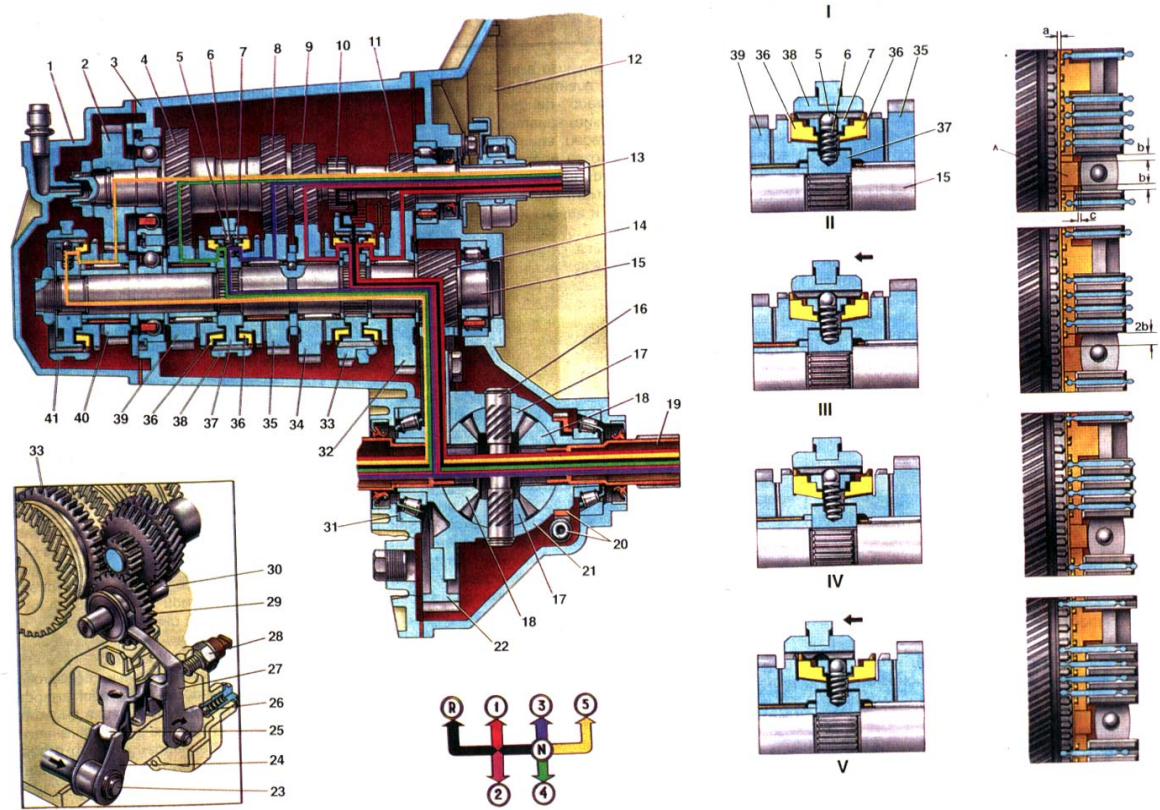
У двовальній коробці є ще одна особливість: розташовані паралельно вали не можуть обертатися як єдине ціле, тому передача крутного моменту від двигуна до редуктора на будь-яких швидкостях здійснюється тільки через пари шестерень. Неможливість реалізації прямої передачі дещо знижує ресурс коробки, тому що навіть на вищих передачах шестерні завжди працюють під навантаженням.

Розглянемо конструкцію двовальної коробки передач переднепривідного автомобіля ВАЗ.

Конструкція двохвальної коробки передач, що застосовується на переднепривідних легкових автомобілях ВАЗ, представлена на рис. 3.1. Коробка передач механічна, п'ятиступенева, триходова, з постійним зачепленням шестерень, із синхронізаторами й ручним керуванням.

Картер 3 коробки передач, відлитий з алюмінієвого сплаву, з'єднаний шпильками з картером 12 зчеплення й утворює із ним єдиний картер, у якому розміщені первинний і вторинний вали із шестернями і синхронізаторами, головна передача і міжколісний диференціал.

Головна передача - одинарна, циліндрична, косозуба. Диференціал - конічний, двосателітний, симетричний, низького тертя. Картер коробки передач позаду закритий кришкою 1, у якій встановлений сапун для зв'язку внутрішньої порожнини коробки передач із атмосферою.



1. Задня кришка; 2. Ведуча шестерня V передачі; 3. Картер коробки передач; 4. Ведуча шестерня IV передачі; 5. Кулька фіксатора; 6. Пружина фіксатора; 7. Сухар фіксатора; 8. Ведуча шестерня III передачі; 9. Ведуча шестерня II передачі; 10. Ведуча шестерня заднього ходу; 11. Ведуча шестерня I передачі; 12. Картер зчеплення; 13. Первинний вал коробки передач; 14. Ведуча шестерня головної передачі; 15. Вторинний вал; 16. Вісь сателітів; 17. Сателіт; 18. Напівосьова шестерня; 19. Сальник півосі; 20. Шестерня привода спідометра; 21. Коробка диференціала; 22. Ведена шестерня головної передачі; 23. Шток вибору передач; 24. Важіль штока вибору передач; 25. Триплечий важіль вибору передач; 26. Фіксатор вилки заднього ходу; 27. Вилка заднього ходу; 28. Вимикач ліхтаря заднього ходу; 29. Проміжна шестерня заднього ходу; 30. Вісь проміжної шестерні заднього ходу; 31. Регульовальне кільце; 32. Ведена шестерня I передачі; 33. Ковзна муфта включення I, II, III, IV, V і заднього ходу; 34. Ведена шестерня II передачі; 35. Ведена шестерня III передачі; 36. Блокуюче кільце синхронізатора III й IV передач; 37. Маточина муфти синхронізатора III й IV передач; 38. Ковзна муфта синхронізатора III й IV передач; 39. Ведена шестерня IV передачі; 40. Ведена шестерня V передачі; 41. Ковзна муфта синхронізатора V передачі; А. Виступ кільця, що блокує; а, b, c - зазори; I. Схема роботи синхронізатора; II. Нейтральне положення; III. Початок включення; IV. Включення; V. Завершення вирівнювання кутових швидкостей шестерні 39 і вала 15; 48. V. Повне включення IV передачі.

Рисунок 3.1 – Коробка передач автомобіля ВАЗ 2108-10

Для підвищення експлуатаційних показників автомобіля, зниження витрати палива в механічних ступеневих коробках передач насамперед урахується раціональний підбір кількості передач, величини передаточних чисел, а також підвищення якості процесу перемикання передач. При цьому останньому надається важливе значення, тому що плавність перемикання передач забезпечує підвищення надійності вузлів автомобіля й зниження стомлюваності водія. Для цього всі передачі переднього ходу в коробці передач синхронізовані.

Первинний вал 13 являє собою блок ведучих шестерень I, II, III, IV передач і заднього ходу. Вал обертається у двох підшипниках, один із яких установлений у картері коробки передач, а інший - у картері зчеплення.

Вторинний вал 15 виготовлений разом із ведучою шестернею 14 головної передачі. Він обертається у двох підшипниках, установлених у картері зчеплення і у картері коробки передач. На вторинному валу вільно встановлені ведені шестерні 32, 34, 35 й 39 відповідно I, II, III й IV передач, що перебувають у постійному зачепленні з відповідними провідними шестернями первинного вала. На вторинному валу жорстко закріплені маточини синхронізаторів 37 й 33. На ковзній муфті синхронізатора 33 є зубчастий вінець для включення заднього ходу. Проміжна шестерня 29 заднього ходу вільно встановлена на осі 30, що закріплена в картерах коробки передач і

зчеплення.

При включенні I й II передач синхронізатор 37 з'єднує відповідно шестерні 35 й 39 із вторинним валом коробки передач, а при включенні III й IV передач синхронізатор 33 з'єднує із вторинним валом відповідно шестерні 34 й 32. Задній хід включається вилкою 27 шляхом введення в зачеплення шестерні 29 із шестернею 10 і зубчастим вінцем 33.

Машення деталей коробки передач здійснюється розбризуванням масла зубчастими вінцями шестерень. Для поліпшення умов змащення голчастих підшипників шестерень вторинного вала в шестернях між зубчастими вінцями просвердлені радіальні отвори, по яких масло подається до підшипників.

На рис. 3.1 ліворуч наведені схеми передачі крутного моменту при включенні всіх передач.

Нейтральне положення

При нейтральному положенні важеля перемикавання передач, при працюючому двигуні й включеному зчепленні крутний момент від двигуна передається через зчеплення на первинний вал 13 коробки передач. Від ведучих шестерень первинного вала крутний момент передається на однойменні шестерні вторинного вала, які, не маючи прямого зв'язку із вторинним валом, будуть вільно обертатися на ньому. На головну передачу й диференціал крутний момент не передається.

Перша передача

При включенні I передачі ковзна муфта 33 синхронізатора, переміщаючись убік шестерні 32, з'єднує вінець синхронізатора шестерні I передачі з маточиною синхронізатора, жорстко пов'язаної із вторинним валом. Крутний момент від шестерні 32 передається через муфту на маточину синхронізатора й від її на вторинний вал. Через шестерні 14 й 22 крутний момент передається на диференціал. Коробка диференціала, обертаючись разом з віссю сателітів, через зуби сателітів і напівосьових шестерень розподіляє крутний момент па приводам передніх коліс.

Друга передача

При включенні II передачі муфта 33 з'єднує ведену шестерню 34 II передачі з маточиною синхронізатора, і крутний момент від шестерні 34 через ковзну муфту 33 передається на маточину синхронізатора й на вторинний вал.

Третя, четверта й п'ята передача

Третя й четверта передачі включаються іншим синхронізатором. При включенні III передачі муфта 38 з'єднує шестерню 35 з маточиною синхронізатора, а при включенні IV передачі - шестерню 39 з маточиною того ж синхронізатора. Крутний момент через з'єднані шестерню й маточину передається на вторинний вал. Аналогічно муфта 41 синхронізатора V передачі з'єднує шестерню 40 з маточиною синхронізатора, а через неї із вторинним валом.

Задня передача

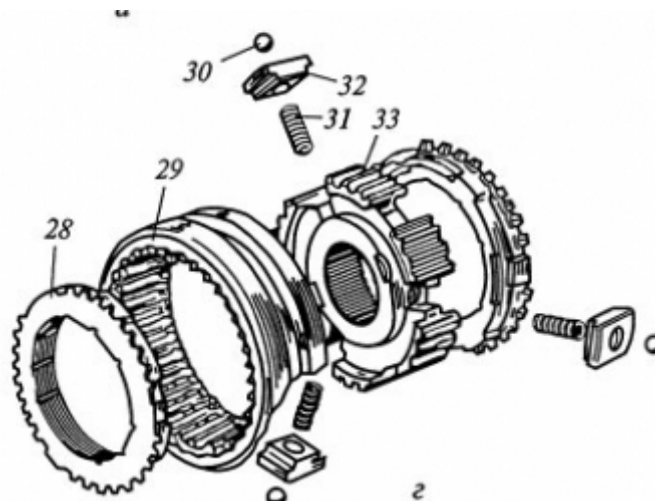
Задню передачу включають при повністю зупиненому автомобілі. При виборі заднього ходу важіль перемикавання передач переміщають уліво до упору зі збільшеним опором і вперед. При цьому проміжна шестерня 29 заднього ходу з'єднує ведучу шестерню заднього ходу первинного вала із зубчастим вінцем ковзної муфти 33 синхронізатора I й II передач. За рахунок проміжної шестерні переданий крутний момент змінює свій напрямок. Одночасно із включенням задньої передачі включається світло заднього ходу, тому що вилка 27 натискає на шток вмикача заднього ходу, і ланцюг лампи з'єднується із джерелом струму.

Чіткий поділ ліній III-IV передач і заднього ходу досягається пружинним фіксатором 44, що забезпечує різке наростання зусилля вибору задньої передачі на початку й падіння його наприкінці ходу вибору.

3.4 Будова синхронізатора

Синхронізатор рис. 3.2 складається з маточини 33, ковзної муфти 29, блокуючих кілець 28, сухарів 32 з кульковими фіксаторами 30 і пружинами 31. Маточина синхронізатора жорстко кріпиться на вторинному валу коробки передач. Вона має зовнішні шліци, на яких установлена ковзна муфта 29, і шість пазів, у трьох з яких розміщуються сухарі з фіксаторами.

Бронзове кільце 28, що блокує, має внутрішню конічну поверхню, зовнішні зуби зі скосами й шість виступів. Виступи кільця входять у пази маточини з бічним зазором, що обмежує поворот кільця щодо маточини. На конічній поверхні кільця нарізані різьба й канавки, які призначені для розриву масляної плівки.



28 - кільце; 29 - муфта; 30 - фіксатор; 31 - пружина; 32 - сухар; 33 - маточина.

Рисунок 3.2 – Синхронізатор

Принцип дії синхронізатора заснований на вирівнюванні частот обертання вторинного вала й вільно обертових на ньому шестерень постійного зачеплення.

На рис. 2.1 праворуч показаний принцип дії синхронізатора при включенні IV передачі в наступному положенні муфти:

І етап

При нейтральному положенні муфти 38 сухарі 7 фіксатора перебувають у центрі пазів маточини 37 і не діють на кільця 36, що блокують. Між виступами А блокуючого кільця і пазами маточини є рівномірний бічний зазор b , а між виступами a і сухарями 7 - зазор c .

II етап

При включенні IV передачі ковзна муфта, переміщаючись убік шестерні 39, захоплює за собою сухарі 7, які впираються у виступи А кільця, що блокує, тобто зазор c вибирається. При подальшому переміщенні муфти сухарі притискають кільце, що блокує, до конічної поверхні вінця синхронізатора шестерні 39. Під дією сил тертя між конічними поверхнями блокуючого кільця і вінцем синхронізатора, та сил інерції синхронізованих мас блокуюче кільце, повертається щодо маточини до упору виступів кільця в бічні стінки пазів маточини, тобто зазор b вибирається, а з іншої сторони збільшується у два рази.

III етап

Внаслідок окружного зсуву блокуючого кільця, на $1/4$ кроку бічні скоси ковзної муфти впираються в бічні скоси блокуючого кільця, і подальше осьове переміщення ковзної муфти 38 припиняється доти, поки не зрівняються кутові швидкості шестерні 39 IV передачі й вторинного вала 15. У цей момент припиняється тертя фрикційних конусів блокуючого кільця і шестерні 39, внаслідок чого зникає сила, що притискає скошені поверхні зубів муфти й кільця.

IV етап

Звільнена муфта легко з'єднується з вінцем блокуючого кільця, а потім і з вінцем синхронізатора, з'єднуючи його з маточиною. При повністю включеній передачі відновлюються зазори між сухарями й виступами a блокуючого кільця і пазами маточини.

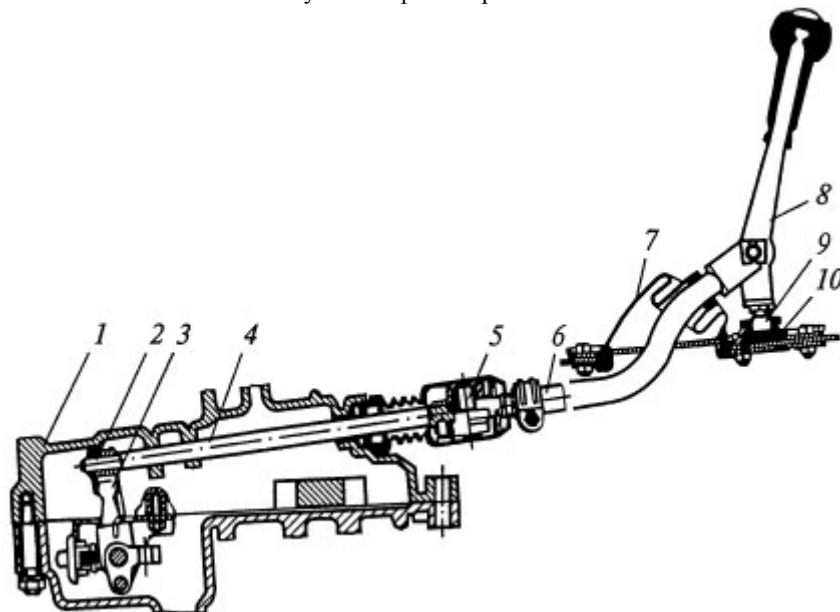
3.5 Головна передача

Ведуча шестерня 7 (рис. 3.1) головної передачі перебуває в постійному зачепленні з веденою шестернею 9, прикріпленої болтами до корпусу 10 диференціала, що встановлений у підшипниках 21. Усередині корпусу диференціала встановлена вісь 16 із двома сателітами 11, що перебувають у постійному зачепленні із шестернями 12, які пов'язані зі шлицьовими хвостовиками внутрішніх шарнірів 14 й 22 привода передніх ведучих коліс. Сателіти й шестерні 12 мають сферичні опорні поверхні, що виключає застосування опорних шайб. На корпусі диференціала встановлена ведуча пластмасова шестерня 13 привода 15 спідометра.

3.6 Привід перемикачів передач

Коробка передач має механічний привід перемикачів передач (рис. 3.3). Він складається з важеля 8 зі сферичним кінцем 9, кульової опори 10, тяги 6, сполучного шарніра 5, штока 4 і механізмів вибору й перемикачів передач. Важіль перемикачів передач закріплений на підлозі кузова автомобіля. Отвір у підлозі для тяги 6 закрито гумовим чохлом 7. На кінці штока 4 встановлений важіль 2, що пов'язаний із триплечим важелем 3 механізми вибору

передач, виконаного окремим вузлом і розміщеним у картері 1 зчеплення. У привід перемикання передач входять також три штоки із закріпленими на них вилками й кулькові фіксатори штоків.



1 - картер; 2, 3, 8 - важелі; 4 - шток; 5 - шарнір; 6 - тяга; 7 - чохол; 9 - кінець важеля; 10 – опора

Рисунок 3.3 - Привод перемикання передач передньопривідних легкових автомобілів ВАЗ

Коробка передач разом з картером зчеплення кріпиться до блоку циліндрів двигуна. У коробку через різьбовий отвір із пробкою 19 заливається трансмісійне масло. Масло з коробки передач зливають через різьбовий отвір із пробкою 20.

3.7 Конструкція тривальної коробки передач задньопривідного автомобіля

Тривальні МКП мають більш складну будову, однак вони, у порівнянні із двовальними КП, мають більш широкі можливості. Ці коробки, відповідно, мають три вали:

ведучий вал — з'єднаний зі зчепленням і передає крутний момент від двигуна до інших елементів коробки;

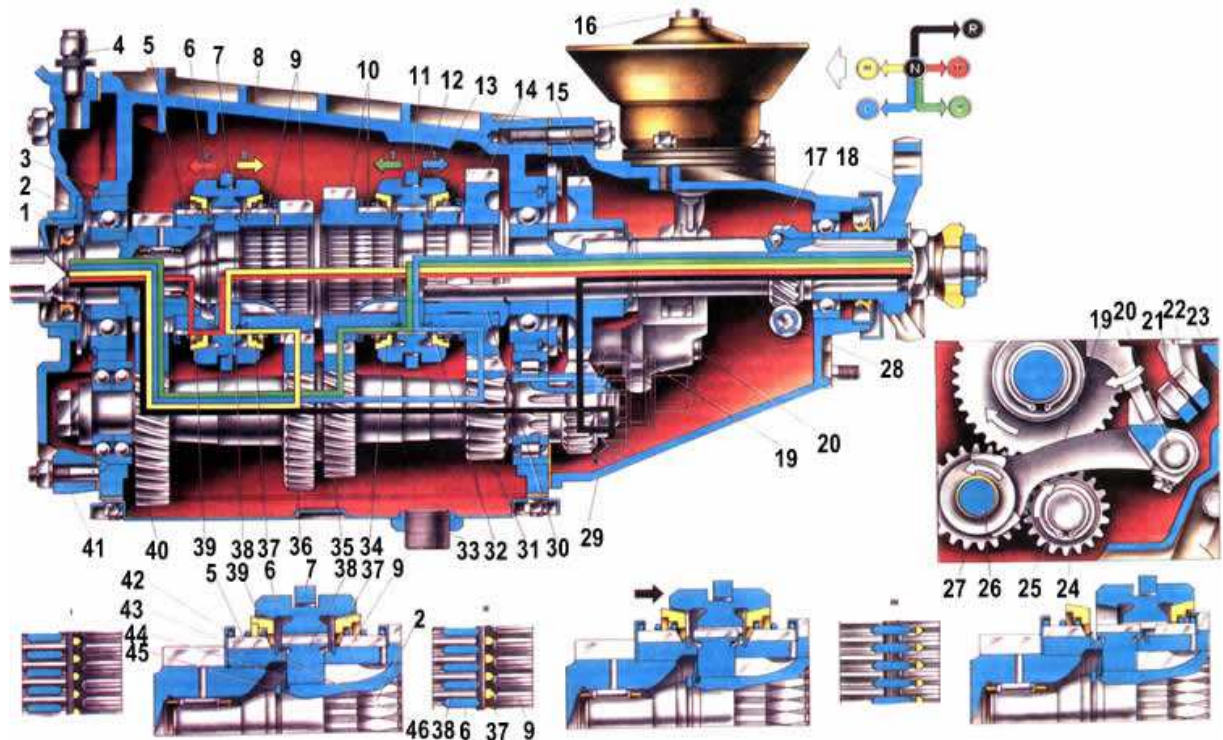
проміжний вал — служить проміжною ланкою, через нього здійснюється передача крутного моменту від ведучого вала до веденого;

ведений вал — з нього знімається крутний момент для передачі до редуктора ведучого моста (або мостів у випадку багатоосьових автомобілів).

Ведучий вал короткий і має всього одну жорстко закріплену шестерню. Проміжний вал виконаний як одне ціле із блоком шестерень. Шестерні веденого вала (він розташований на одній осі із ведучим, і нерідко ці вали мають спільний корінний підшипник) вільно обертаються й блокуються синхронізатором тільки при включенні передач. Проміжний вал завжди перебуває в зачепленні із ведучим, тому він постійно обертається. Шестерні веденого вала теж завжди перебувають у зачепленні із шестернями проміжного вала, однак ведений вал приходить в обертання тільки при включенні передач.

При ремонті МКП, через її складну конструкцію, необхідна більше широка номенклатура запасних частин для коробок передач. Однак завдяки наявності проміжної ланки в цій коробці вдається реалізувати пряму передачу (звичайно це 4-а передача), коли крутний момент передається прямо від ведучого вала веденому, чим досягаються кращі показники економічності при русі на більших швидкостях.

Принцип роботи коробки передач заснований на зміні зачеплення тих пар шестерень, які беруть участь у передачі крутного моменту від первинного вала 1 на вторинний вал 2. Це досягається переміщенням ковзних муфт 6 й 13 синхронізаторів або проміжної шестерні 27 заднього ходу за допомогою важеля перемикання передач. При цьому змінюються передаточні числа шестерень, а значить і величина переданого крутного моменту.



1. Первинний вал; 2. Вторинний вал; 3. Шестерня постійного зачеплення первинного вала; 4. Сапун; 5. Зубчастий вінець синхронізатора IV передачі; 6. Ковзна муфта синхронізатора III й IV передач; 7. Вилка перемикання III й IV передач; 8. Картер коробки передач; 9. Шестерня й зубчастий вінець синхронізатора III передачі; 10. Шестерня й зубчастий вінець синхронізатора II передачі; 11. Вилка перемикання I й II передач; 12. Маточина муфти синхронізатора I й II передач; 13. Ковзна муфта синхронізатора I й II передач; 14. Шестерня й зубчастий вінець синхронізатора I передачі; 15. Шестерня заднього ходу; 16. Важіль перемикання передач; 17. Ведуча шестерня привода спідометра; 18. Фланець еластичної муфти; 19. Вилка включення заднього ходу; 20. Шток вилки включення заднього ходу; 21. Шток вилки включення III й IV передач; 22. Шток вилки включення I й II передач; 23. Обмежувальний гвинт включення I й II передач; 24. Проміжний вал; 25. Шестерня заднього ходу проміжного вала; 26. Вісь проміжної шестерні заднього ходу; 27. Проміжна шестерня заднього ходу; 28. Ведена шестерня привода спідометра; 29. Задня кришка коробки передач; 30. Втулка шестерні I передачі; 31. Шестерня I передачі проміжного вала; 32. Блокуюче кільце синхронізатора I передачі; 33. Пробка зливного отвору; 34. Блокуюче кільце синхронізатора IV передачі; 35. Шестерня передачі проміжного вала; 36. Шестерня III передачі проміжного вала; 37. Блокуюче кільце синхронізатора III передачі; 38. Маточина синхронізатора III й IV передач; 39. Блокуюче кільце синхронізатора IV передачі; 40. Шестерня постійного зачеплення проміжного вала; 41. Картер зчеплення; 42. Пружина блокуючого кільця синхронізатора; 43. Упорна шайба пружини; 44. Тарілчаста пружина; 45. Стопорне кільце маточини синхронізатора; 46. Стопорне кільце блокуючого кільця синхронізатора; 47. Нейтральне положення; 48. II. Початок включення третьої передачі; 49. Повне включення третьої передачі.

Рисунок 3.4 – Тривальна коробка передач автомобіля VAZ 2105

На прямій четвертій передачі крутний момент, переданий на ведучі колеса автомобіля, практично дорівнює крутному моменту на колінчастому валу двигуна. На першій передачі момент збільшується в 3,75 рази, на другий в 2,30 рази, на третій в 1,49 рази, а при включенні задньої передачі в 3,87 рази. При нейтральному положенні важеля перемикання передач крутний момент на вторинний вал не передається. Але коли двигун працює й зчеплення включене, то обертання від первинного вала 1 передається на проміжний вал через шестерні 3 й 40 постійні зачеплення.

Від шестерень 31, 35 і 36 проміжного вала обертання передається на шестерні 14, 10 й 9 вторинного вала. Тому що ці шестерні з валом 2 безпосередньо не зв'язані, то вони будуть вільно обертатися на вторинному валу. З'єднання цих шестерень із валом 2 здійснюється через синхронізатори.

Перша передача

При включенні першої передачі зусилля від важеля перемикання передач через шток і вилку 11 передається на ковзну муфту 13. Переміщуючись по шліцах своєї маточини 12, муфта входить у зачеплення із прямозубим вінцем шестерні 14. Таким чином, муфта синхронізатора з'єднає між собою маточину 12 і шестерню 14. Так як маточина 12 жорстко пов'язана з валом 2, то крутний момент від шестерні 14 через муфту 13 передається на маточину 12 і від неї на вторинний вал коробки передач.

Друга передача

При включенні другої передачі муфта 13 з'єднаємо маточину 12 із прямозубим вінцем шестерні 10, і крутний момент передається від шестерні 10 на маточин 12 і на вторинний вал. Третя й четверта передачі включаються іншим синхронізатором.

Третя передача

При включенні третьої передачі крутний момент від первинного вала через шестерні 36 й 9 передається через муфту 6 на маточину 38 і потім на вторинний вал.

Четверта передача

Четверта передача називається прямою, тому що крутний момент передається безпосередньо з первинного вала 1 на вторинний вал 2, міняючи шестерні проміжного вала. У цьому випадку муфта 6 з'єднає між собою зубчастий вінець 5 первинного вала з маточиною 38. Частота обертання обох валів буде однаковою, а величина крутного моменту, переданого від двигуна на ведучі колеса, не зміниться.

Задня передача

При включенні задньої передачі зусилля від важеля перемикання передач через шток 20 і вилку 19 передається на проміжну шестерню 27. Переміщуючись на осі 26, вона з'єднає між собою шестерні 25 й 15 заднього ходу, і крутний момент передається від первинного вала через шестерні 5 й 40 на проміжний вал і далі через шестерні 25, 27 й 15 на вторинний вал. При цьому останній буде обертатися у зворотному напрямку, забезпечуючи зворотне обертання ведучих коліс автомобіля.

Робота синхронізатора

Як видно зі схеми роботи коробки передач, всі передачі переднього ходу синхронізовані. Принцип дії синхронізатора при включенні третьої передачі показаний на схемах I, II, III. При нейтральному положенні важеля перемикання передач (рис. 2.4) між ковзною муфтою 6 і блокуючими кільцями 37 є зазор. Блокуючі кільця притиснуті пружинами 42 до стопорних кілець 46. У цьому положенні зуби кілець, що блокують, перебувають у западинах зубчастих вінців 5 й 9. Внаслідок зазору між муфтою 6 і блокуючих кілець 37 крутний момент від зубчастого вінця 9 через блокуюче кільце не передається. У початковий момент включення третьої передачі ковзна муфта 6, переміщуючись по шліцах маточини 38, притискається до конічної поверхні блокуючого кільця. Між конічними поверхнями муфти й кільця виникає напівсухе тертя, внаслідок якого блокуюче кільце загальмовується і повертається на невеликий кут (окружний хід від 2, 5 до 5 мм). При цьому бічні скоси зубів блокуючого кільця упираються в бічні скоси зубів вінця 9, і подальше повертання блокуючого кільця припиняється. Одночасно створюється опір подальшому осьовому переміщенню муфти 6. Це відбувається доти, поки не зрівняються частоти обертання вторинного й проміжного валів. Як тільки наступить такий момент, зменшується сила тертя між конічними поверхнями муфти й кільця. Під дією осьового зусилля, переданого від штока на ковзну муфту синхронізатора, блокуюче кільце починає сковзати по скосах зубів вінця 9 і разом з муфтою переміщається уздовж зубів вінця. Таким чином, муфта з'єднає між собою маточину 38 і зубчастий вінець 9. Відбувається повне включення третьої передачі. У цьому положенні муфта синхронізатора разом зі штоком утримується кульковим фіксатором.

Підібрані передаточні числа забезпечують інтенсивний розгін, високу середню швидкість автомобіля й економічну роботу двигуна. А косозубі шестерні постійного зачеплення забезпечують безшумну й довговічну роботу коробки передач.

3.8 Багатовальні коробки передач

Для одержання великої кількості передач - від 8 до 24 - застосовуються багатовальні коробки передач. Вони являють собою чотири-, п'яти- або шестиступеневі Тривальні коробки передач із убудованими або приєднаними додатковими коробками передач (редукторами). При цьому додаткова коробка передач може бути підвищувальною або понижувальною.

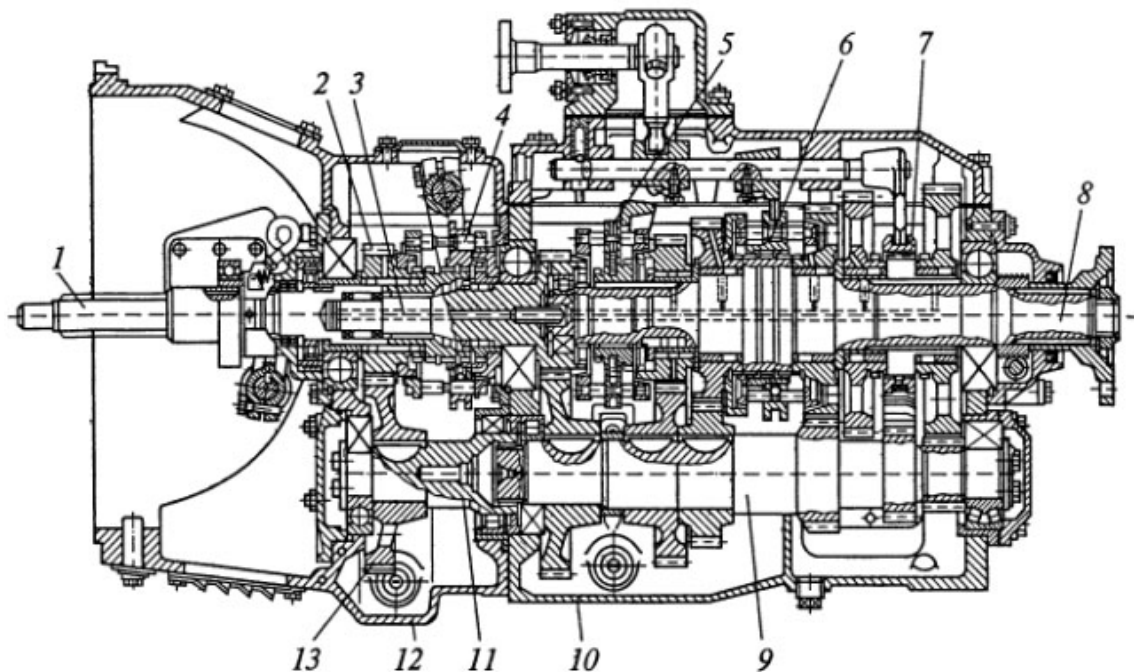
Підвищувальна коробка передач називається *дільником* або *мультиплікатором*. Дільник установлюється перед коробкою передач і збільшує число передач у два рази. Звичайно він має дві передачі: пряму з передаточним числом $u_k=1$ і підвищувальну з передаточним числом $u_k < 1$. Дільник не збільшує передаточні числа коробки передач, а тільки зменшує розрив між передаточними числами сусідніх передач, збільшуючи на 20...25% їхній діапазон.

Понижуюча коробка передач називається *демультиплікатором*. Демультиплікатор установлюється за коробкою передач. Він має дві або три передачі: пряму з $u_k = 1$ і понижуючі з $u_k > 1$. Демультиплікатор збільшує число передач в 2-3 рази й передаточні числа коробки передач, значно розширюючи їхній діапазон.

Багатовальні коробки передач використовуються на автомобілях великої вантажопідйомності, а також на автомобілях-тягачах, що працюють із причепами й напівпричепами.

Коробка КамАЗ із дільником

На рис. 3.5 представлена конструкція коробки передач вантажних автомобілів КамАЗ. Коробка п'ятивальна, десятиступенева, синхронізована, з дільником і з неавтоматичним дистанційним керуванням.



1 - ведучий вал; 2, 13 - шестерні; 3 - первинний вал; 4, 5, 6 - синхронізатори; 7 - муфта; 8 - вторинний вал; 9, 11 - проміжні вали; 10, 12 - картери

Рисунок 3.5 - Коробка передач вантажних автомобілів Камаз

Коробка передач складається із двох частин - основної п'ятиступеневої коробки передач і дільника. Дільник виконаний в окремому картері 12 з картером зчеплення й прикріплений до картера 10 коробки передач. У картері 10 основної коробки передач розміщені первинний 3, вторинний 8 і проміжний 9 вали. Косозубі шестерні коробки передач перебувають у постійному зачепленні. Включення IV й V, а також II й III передач виконується відповідно синхронізаторами 5 й 6. Включення першої передачі й заднього ходу здійснюється зубчастою муфтою 7.

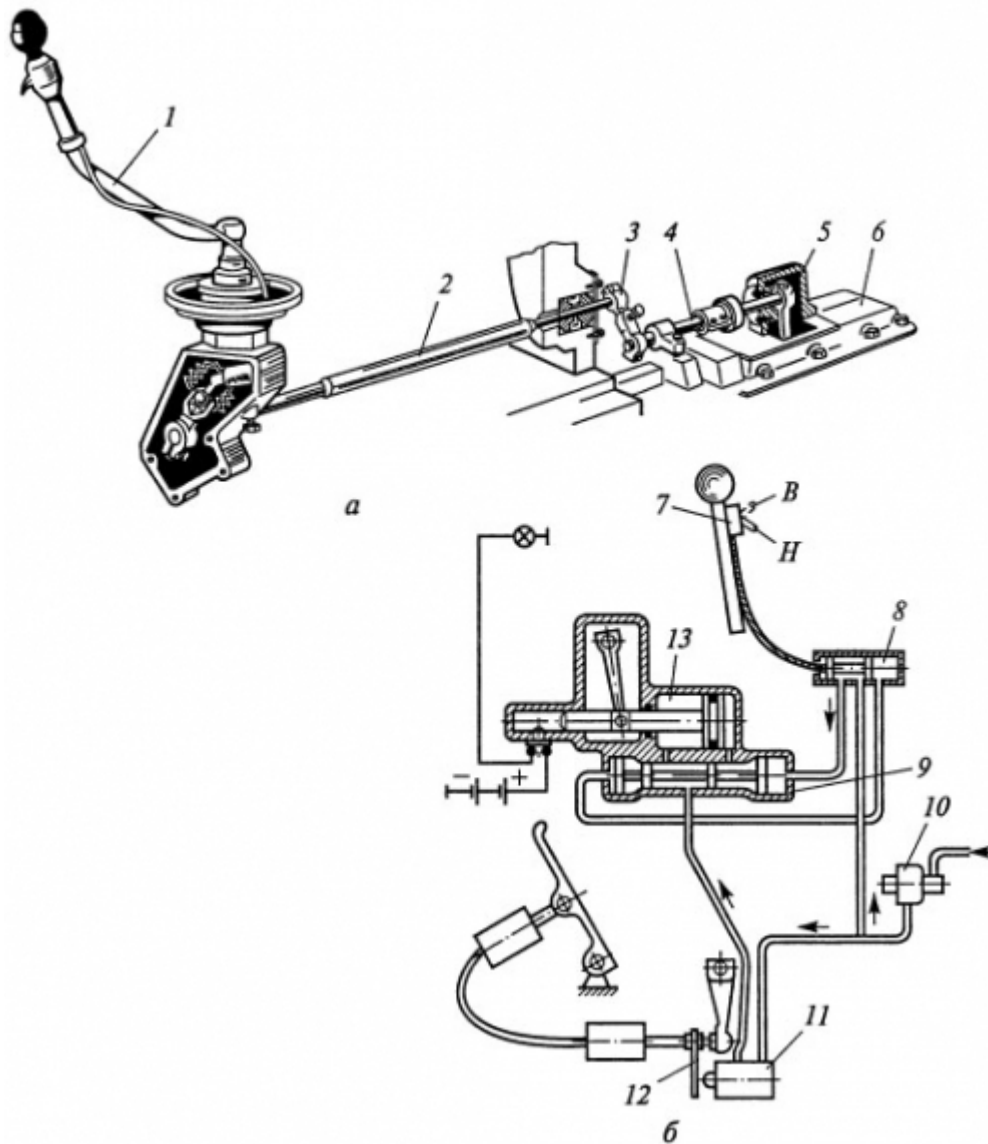
Дільник має ведучий 1 і проміжний 11 вали, дві шестерні 2 й 13 постійні зачеплення й зубчаста муфта із синхронізатором 4 для включення прямої й підвищувальної передач із передаточними числами відповідно $u_k=1$ і $u_k=0,815$. Проміжний вал 11 дільника з'єднаний шліцями із проміжним валом 9 коробки передач. Шестерня 2 установлена вільно на ведучому валу й обертається відносно вала.

При включенні прямої передачі ведучий вал 1 дільника й первинний вал 3 коробки передач жорстко з'єднуються прямо за допомогою зубчастої муфти. При цьому крутний момент, переданий від двигуна до коробки передач, не змінюється по величині. При включенні підвищувальної передачі шестерня 2 фіксується синхронізатором на ведучому валу 1 дільника. У цьому випадку крутний момент двигуна передається із шестерні 2 на шестерню 13 проміжного вала й далі на проміжний вал 9 коробки передач. При цьому зменшується переданий крутний момент і збільшується швидкість руху. Це забезпечує роботу автомобіля при невеликих навантаженнях і високій швидкості руху, що сприяє економії палива.

Розміщення дільника в окремому картері дозволяє використати основну коробку передач і без дільника на самоскидах й інших автомобілях, де це доцільно. При установці дільника окремі деталі основної коробки передач замінюються (первинний вал й ін.).

Механізм перемикання передач у коробці з дільником

Механізм перемикання передач основної коробки передач має дистанційний механічний привід керування. У привод (рис. 3.6) входять важіль 1 перемикання, передня 2 і проміжна 4 тяги, важіль 3 передачі й шток з важелем 5 механізму перемикання передач, що перебуває в кришці 6 коробки передач.



1, 3, 5 - важелі; 2, 4 - тяги; 6 - кришка; 7 - перемикач; 8 - кран; 9 - повітродозподільник; 10, 11 - клапани; 12 - упор; 13 - пневмоциліндр; В, Н - положення перемикача

Рисунок 3.6 – Приводи перемикачів коробки передач (а) і дільника (б) вантажних автомобілів КамАЗ

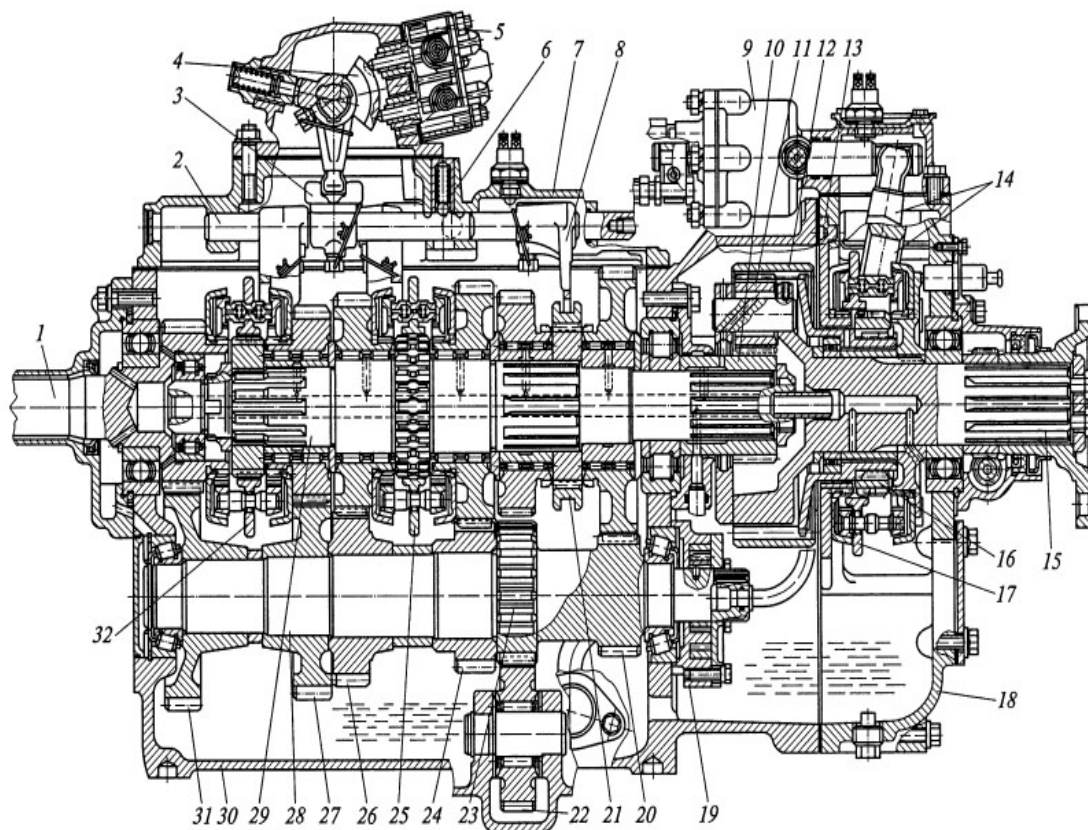
Механізм перемикачів передач дільника має пневматичний привод. Привод складається з перемикача 7, що перебуває на важелі 1 коробки передач, редукційного клапана 10, пневмоциліндра 13, повітродозподільника 9, клапана 11 включення дільника, крана 8 і трубопроводів.

При установці перемикача в положення Н (*нижча*) або В (*вища*) передача золотник крана 8 переміщається тросом. Стиснене повітря від редукційного клапана 10 надходить у відповідну порожнину повітродозподільника 9, установлюючи при цьому його золотник у необхідне положення.

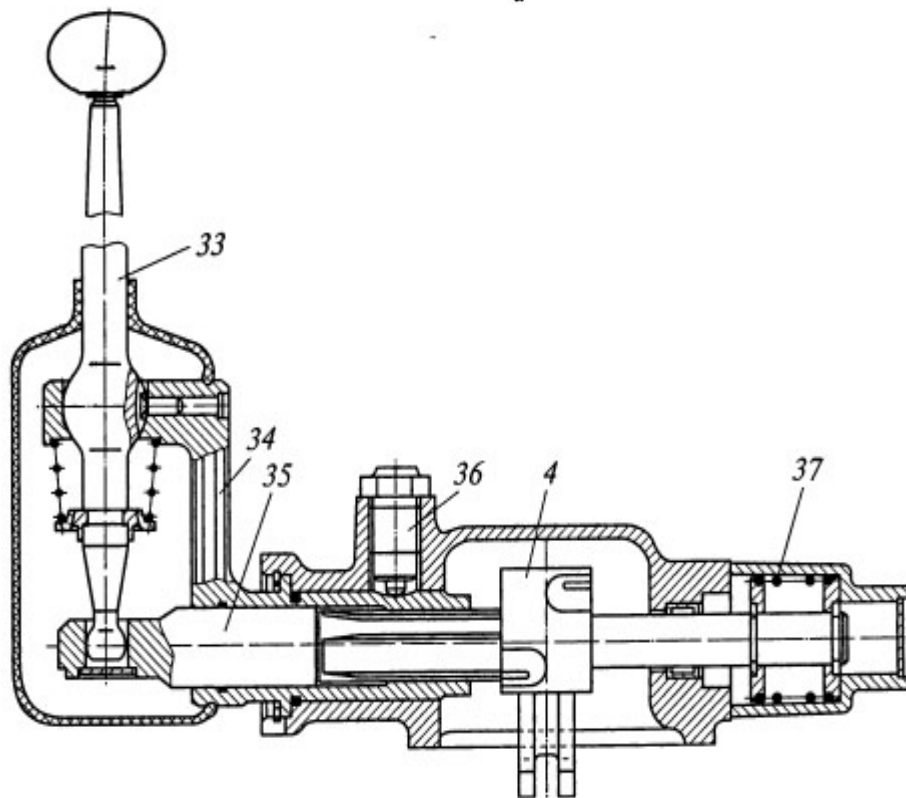
При вимиканні зчеплення упор 12, установлений на штовхачі важеля вимикання зчеплення, відкриває клапан 11, і стиснене повітря проходить у повітродозподільник 9 і далі в потрібну порожнину пневмоциліндра 13, переміщаючи його поршень і виключаючи передачі в дільнику. Отже, перемикач можна включати заздалегідь, однак перемикач передач у дільнику відбудеться тільки при вимиканні зчеплення. Таке напівавтоматичне перемикачів передач дільника значно полегшує його застосування.

Коробка передач ЗИЛ з демультиплікатором

Багатовальна коробка передач (рис. 3.7, а) вантажних автомобілів ЗИЛ складається з основної коробки передач і демультиплікатора. Вона має вісім основних передач для руху вперед (передача VIII – пряма з $u_k = 1$), додаткову «повзучу» передачу ($u_k = 11,4$) і передачу заднього ходу.



a



б

а - поздовжній розріз; б - механізм перемикання; 1, 15, 28, 29, 35 - вали коробки; 2 - повзун; 3 - головка; 4, 33 - важелі; 5 - блок клапанів; 6, 36 - фіксатори; 7 - кришка; 8, 14 - вилки; 9 - пневмоциліндр; 10- сонячна шестерня; 11 - сателіт; 12 - коронна шестерня; 13 - блокувальний диск; 16 - втулка шліцьова; 17, 25, 32 - синхронізатори; 18, 30 - картери; 19 - насос; 20, 23 - шестерні передач «повзучої» і заднього ходу; 21 - муфта; 22 - проміжна шестерня заднього ходу; 24 - шестерня I й V передач; 26 - шестерня II й VI передач; 27 - шестерня III й VII передач; 31 - шестерня привода; 34 - серга; 37 - демпфер

Рисунок 3.7 - Коробки передач із демультіплікатором вантажних автомобілів ЗИЛ

Таке число передач дозволяє змінювати крутний момент двигуна в широкому діапазоні й вибирати найбільш економічний режим руху автомобіля.

У картері 30 основної коробки передач на підшипниках установлені первинний 1, вторинний 29 і проміжний 28 вали.

Первинний вал виконаний разом з косозубою шестернею, що перебуває в постійному зачепленні із шестернею 31 привода проміжного вала. На вторинному валу шестерні всіх передач установлені на роликівих підшипниках і вільно обертаються відносно вала.

Проміжний вал виготовлений як одне ціле із прямозубими шестернями 20 «повзучої» передачі й 23 заднього ходу. Косозубі шестерні інших передач напресовані на проміжний вал.

Всі шестерні коробки передач перебувають у постійному зачепленні.

Для включення передач I - VIII служать синхронізатори 25 й 32, а для включення «повзучої» передачі й заднього ходу - муфта 21. Вони встановлені на шліцах вторинного вала.

Конструкція синхронізаторів й їхня робота аналогічні синхронізаторам п'ятиступеневої коробки передач вантажних автомобілів ЗИЛ. Однак ці синхронізатори мають шість, а не три блокуючих пальці.

Механізм перемикання передач у коробках з демультиплікатором.

Механізм перемикання коробки передач перебуває в окремому корпусі, що прикріплений до кришки коробки передач. У механізм входять (рис. 3.7, б) важіль 33 перемикання передач, важіль 4 включення передач, серга 34 і вал 35. Важіль включення передач закріплений на валу 35, а важіль 33 перемикання передач пов'язаний з валом шарнірно. Пружинний демпфер 37 призначений для фіксації його проміжних ходів.

При переміщенні важеля 33 уперед або назад серга 34 разом з валом 35 повертаються. При цьому важіль 4 включення своїм нижнім кінцем переміщає повзун механізму перемикання передач, у пазу головки якого він перебуває.

На повзунах 2 закріплені вилки 8 перемикання передач, за допомогою яких переміщаються по шліцах вторинного вала каретки синхронізаторів 25, 32 і муфта 21.

У *нейтральному положенні* важеля 33 важіль 4 перебуває в середньому фіксованому положенні, і його нижній кінець входить у паз головки повзуна III й IV передач.

При переміщенні важеля 33 вправо важіль 4 включення переміщається вліво, і його нижній кінець послідовно входить у пази головок повзунів I – IV передач, які при включенні прямої передачі ($u_k = 1$) у демультиплікаторі перетворюються відповідно в передачі V – VIII.

Механізм включення передач розміщений у кришці 7 (див. рис. 3.7, а) коробки й складається із трьох повзунів 2 з вилками, головок 3 повзунів, трьох кулькових фіксаторів 6 із пружинами й замковим пристроєм, що складається із двох пар кульок і штифта між ними. Фіксатори виключають мимовільне вимикання передач, а замковий пристрій - одночасне включення двох і більше передач.

Демультиплікатор розміщений в окремому картері 18, прикріпленому позаду до картера 30 коробки передач. Він являє собою двоступінчастий планетарний редуктор і має дві передачі: пряму ($u_k = 1$) і понижуючу ($u_k = 3,3$).

Демультиплікатор містить у собі вал 15 із сателітами 11 і їх осями, сонячну шестерню 10, коронну шестерню 12 з маточиною, блокувальний диск 13 і синхронізатор 17.

Вал демультиплікатора встановлений на кульковому підшипнику й через сателіти пов'язаний із *сонячною й коронною шестернями*. Для включення передач демультиплікатора на валу 15 розміщений синхронізатор, конструкція й робота якого аналогічні синхронізаторам 25 й 32 коробки передач. Сонячна шестерня 10 установлена на шліцьовому кінці вторинного вала 29 коробки передач.

Механізм перемикання передач демультиплікатора складається з вилки 14, вала вилки й важеля вала. Привод механізму перемикання - пневматичний. У привод входять блок клапанів 5, пневматичний циліндр 9 і сполучні шланги.

Блок клапанів має два клапани, які працюють послідовно. Стиснене повітря до блоку підводиться із пневмосистеми автомобіля. При включенні «повзучої», I - IV передач і заднього ходу стиснене повітря надходить у пневмоциліндр 9, включаючи нижчу передачу демультиплікатора. При включенні V - VIII передач у пневмоциліндр надходить стиснене повітря, при цьому включається в демультиплікаторі пряма передача.

Деталі коробки передач і демультиплікатора змазуються маслом, що заливають у їхні картери. Система змазування – *змішаного типу*: під тиском, розбризкуванням і масляним туманом. Масляний насос 19 під тиском подає масло до підшипників коробки передач і демультиплікатора. Інші їхні деталі змащуються розбризкуванням масла й масляним туманом.

Контрольні питання

1. Яке призначення коробки передач?
2. Назвіть основні типи механічних коробки передач.
3. Яке призначення синхронізаторів?
4. Яке призначення дільника коробки передач?
5. Яке призначення демультиплікатора?

Практична робота №4

Автоматичні коробки передач

Мета роботи – вивчити конструкції основних типів автоматичних коробок передач.
Обладнання – розрізи коробки передач, плакати, мультимедійні засоби.

Основні терміни та відомості

Автоматична коробка передач (також *автоматична трансмісія, АКП*) — різновид коробки передач автомобілів, що забезпечує автоматичний (без прямої участі водія) вибір відповідним поточним умовам руху передаточного числа, залежно від великої кількості факторів.

Існує 3 основних принципіальних конструкції АКП: *гідротрансформатор, варіатор і роботизована КП*.

Преселективна коробка передач - друге покоління роботизованих коробок передач. Найбільш відомий представник цього виду — Volkswagen DSG (розробник Borg-Warner), вона ж встановлюється на Audi S-tronic, а також Getrag Porsche PDK, Mitsubishi SST, DCG, PSG, Ford Dualshift.

TipTronic — напівавтоматичний режим роботи АКП, уперше реалізований компанією Porsche. Термін «типтронік» часто застосовується для назви всіх аналогічних конструкцій інших виробників, хоча воно і є торговельною маркою Porsche (інші виробники називають аналогічні конструкції інакше). У цьому режимі вибір передач здійснюється водієм вручну підштовхуванням важеля селектора в напрямках «+» й «-» — перехід на наступні передачі нагору й униз. Ознака TipTronic-подібних АКП — H-подібний виріз для переміщення важеля селектора а також символи + й -.

Секвентальна КП — механічна КП з гідравлічним механізмом перемикання передач і електронним керуванням зчепленням. Педаль зчеплення відсутня - водію необхідно лише пересувати важіль КП вперед або назад (такую техніку застосовують спортсмени), причому робити це можливо незалежно від положення педалі акселератора. Якщо на будь-якій передачі підняти оберт двигуна до спрацьовування обмежувача то автоматичне перемикання передач вгору не відбувається – так само, як у випадку з механічною КП. Якщо ж повністю зупинити автомобіль, а потім знов натиснути на педаль акселератора, то автоматично увімкнеться перша передача, це зроблено лише для того, щоб не заставляти водія зайвий раз пересувати важіль.

Steptronic — назва типу АКП із можливістю ручного перемикання передач, розробленого й застосовуваного BMW (безпосередньо випускаються компанією ZF).

У КП Steptronic важіль пересувається вперед та назад по двох паралельних секторах. У правому секторі Steptronic, на відміну від простий АКП не має позицій «1» «2» й «3» обмежуюче перемикання. Там розташовані чотири положення P (parking, стоянка), R (задній хід), N (нейтраль) і D (drive, рух). У цьому секторі також є положення «M/S» (Manual/Sport) це положення активує «спортивний» режим перемикання АКП. У цьому режимі АКП буде втримувати передачу до досягнення максимальних обертів двигуна й тільки після досягнення підвищить передачу.

Як тільки важіль КП виявляється в положенні M/S, він «перетворюється» у джойстик. Якщо штовхнути його догори, то включиться вища передача, а сам джойстик повернеться у вихідне серединне положення; якщо штовхнути вниз - включиться понижена передача. Таким чином, суть системи Steptronic у швидкому перемиканні передач, порівняно зі звичайною МКП.

4.1 Гідромеханічні коробки передач

Звичайно автоматична гідромеханічна КП для легкових автомобілів складається з (рис. 4.1) гідротрансформатора, планетарного редуктора зі ступеневим перемиканням і фрикційними пристроями з гідроприводом (гальмові стрічки й муфти).

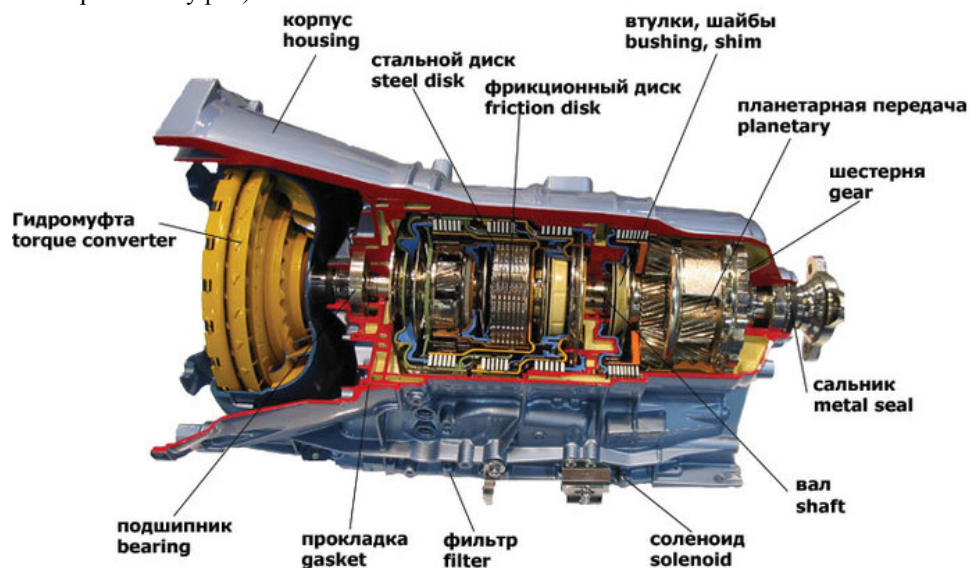


Рисунок 4.1 – Загальна будова автоматичної гідромеханічної коробки передач

Усередині коробки встановлюється також гідронасос для керуючого тиску, що подається на гідроприводи фрикціонів. Для автоматичного перемикачів швидкостей АКП дообладнана блоком електромагнітних клапанів, що встановлюється під планетарним редуктором й управляється електричними сигналами від електронного блоку керування (ЭБУ-АКП).

Вхідними сигналами для ЭБУ-АКП, за сукупністю яких формується послідовність маніпуляцій (перемикачів) у блоці електромагнітних клапанів, можуть бути наступні сигнали:

- частота обертання колінвала ДВЗ (від ДКВ);
- частота обертання вторинного (вихідного) вала АКП або швидкість руху автомобіля (від КД);
- положення дросельної заслінки й швидкість її переміщення (від ДПДЗ);
- навантаження ДВЗ (від ДНД);
- температура ДВС (від ДТД);
- температура масла в АКП;
- положення важеля АКП (від МОП);
- положення перемикача програм (якщо такий є);
- положення перемикача режиму "Kickdown" (від ДТТ).

Оскільки всі перераховані сигнали керування являють собою неелектричні параметри, то вони перетворюються в електричні (аналогові або цифрові) сигнали за допомогою зазначених датчиків для АКП. Якщо автомобіль обладнаний електронними системами керування двигуном (ЕСУД) і гідравлічними гальмами (ЕСУГ), то частина керуючих сигналів для АКП береться із цих систем. Наприклад, від системи ABS використовуються сигнали колісних датчиків (КД), по яких обчислюються середня швидкість руху автомобіля або частота обертання вторинного вала АКП. Від системи керування двигуном до АКП надходять сигнали про частоту обертання й про навантаження ДВС, а також сигнал про положення й швидкість переміщення дросельної заслінки.

Програмне керування автоматичним перемикачем швидкостей

Автоматичний перемикач швидкостей АКП - це блок електромагнітних клапанів, розташованих знизу коробки передач під планетарним редуктором.

Його головна функція полягає в механічному переміщенні шестерень планетарного редуктора в позиції, що відповідають одній з передач АКП. Сучасні автоматичні коробки легкових автомобілів мають мінімум 3 або 4 передачі переднього ходу й одну назад. Цим забезпечуються стандартні режими руху автомобіля.

Але динаміка руху, а, отже, і робота АКП у значній мірі визначаються метою поїздки й манерою водіння автомобіля, які визначаються водієм. Наприклад при поїздки "за місто" на відпочинок водій управляє автомобілем неквапливо, спокійно й ставить перед собою головною метою поїздки економію палива й безпеку руху. Такий режим руху при їзді на автомобілі з механічною КП реалізується наступним чином. Водій включає швидкості плавно, розганяє автомобіль повільно й рівномірно, на підвищенні передачі перемикається по покажчику спідометра (перша швидкість - до 20 км/година, друга - до 40 км/година, третя - до 60 км/година, четверта - до 80 км/година, п'ята - не більше 100 км/година), нікого без необхідності не обганяє.

Але таку ж програму руху можна реалізувати й за допомогою автоматичної коробки передач, якщо алгоритм керування заздалегідь помістити в постійну пам'ять ЭБУ-АКП. Тоді система "АКП" буде діяти аналогічно водієві: плавно (повільним відкриттям дросельної заслінки) збільшувати швидкість руху автомобіля; при досягненні швидкості 20 км/година відбудеться автоматичне перемикачів з першої передачі на другу, і так далі. Такий режим руху називається "економічним" і записується в пам'яті ЭБУ-АКП як "перший".

Розглянемо інший випадок, коли водієві необхідно терміново приїхати в задане місце, а часу "в обріз". Тепер водій мало думає про обережність і зовсім забуває про економію палива. Передачі включає швидким поштовхом важеля, швидкість автомобіля на розгоні розвивається більш інтенсивно, з метою форсування двигуна затримується перемикачів на підвищену передачу до гранично високих обертів ДВЗ. Такий режим руху називається "спортивним" і теж може бути легко запрограмований для системи "АКП".

При складанні програм для АКП між економічним і спортивним режимами руху у пам'яті ЭБУ-АКП записують ще три проміжні стандартні програми для звичайних умов руху. В автомобілях середнього споживчого класу п'ять стандартних програм можуть вибиратися водієм за допомогою спеціального перемикача програм, і тоді АКП виконує свої функції строго в рамках обраного режиму.

Водій у будь-який час може перевести АКП із автоматичного керування в режим активного індивідуального керування. Для цього досить скористатися важелем перемикачів передач, але режим "DSP" (автоматичного перемикачів програм) не реалізується.

На автомобілях високого споживчого класу перемикач програм не встановлюється, а програми перемикаються автоматично. Для цієї мети важіль АКП має не одну, а дві доріжки для переміщення. На першій (основній) доріжці забезпечується фіксація важеля в сімох стандартних позиціях: 1, 2, 3, D, N, R, P. На цій доріжці виконується й додаткова функція DSP. На другу (додаткову) доріжку важіль може бути переведений тільки з позиції "D" на основній доріжці. Для цього важіль нахиляється вправо й фіксується. На додатковій доріжці важіль може переміщатися вперед та назад без фіксації в цих положеннях. Перекладом важеля на додаткову доріжку включається режим "Tiptronic". У цьому режимі легке поштовхування важеля керування вперед приводить до миттєвого перемикачів АКП на наступну підвищену передачу.

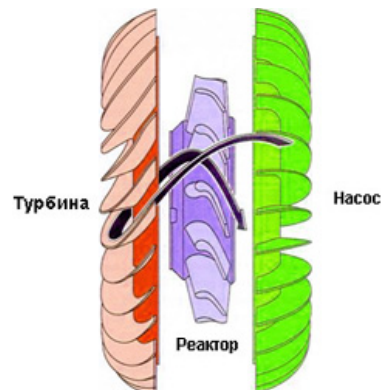
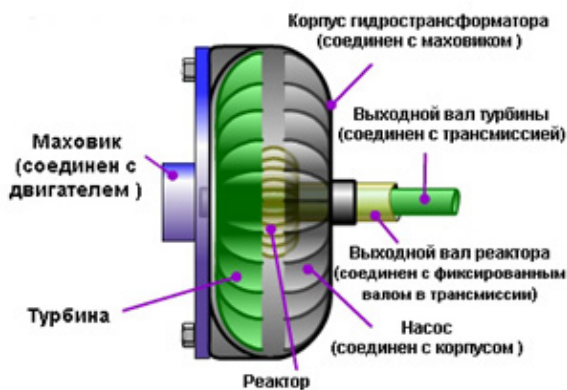
Дією у зворотному напрямку (назад) АКП перемикається на понижену передачу. У режимі "Tiptronic" перемикання передач виконується без зміни тягової сили, прикладеної до коліс. При форсованому прискоренні автомобіля в режимі "Tiptronic" перемикання АКП на більше високу передачу може здійснюватися тільки вручну, що впливає поштовхом важеля вперед. Але зворотнє перемикання швидкостей (на зниження) відбувається автоматично. Для перемикання системи "АКП" з однієї програми керування на іншу без участі водія додатково використовуються сигнали про положення й швидкість переміщення дросельної заслінки (від датчика положення дроселя ДПДЗ у системі ЕСУД), а також сигнали про прискорення автомобіля й про різницю частот обертання між колесами переднього й заднього мостів (від датчиків системи ЕСУГ).

Таким чином, по сукупності цих сигналів і сигналів про частоту обертання колінвала ДВЗ і вторинного вала АКП мікропроцесор (МК) в ЕБУ-АКП визначає поточну динамічну ситуацію руху, аналізує манеру їзди й наміру водія й за результатами обробки інформації вибирає відповідну програму керування для АКП. Для автомобілів високого споживчого класу складається пакет з десяти (SP1...SP10) робочих динамічних програм, перші п'ять із яких (SP1...SP5) стандартні (від економічної SP1 до спортивної SP5) і ще п'ять спеціальних. SP6 - програма для фази прогріву ДВЗ, АКП і каталізатора. Програма SP7 є програмою перемикання АКП у режимі "Tiptronic". Програми SP8, SP9, SP10 орієнтовані на роботу АКП при русі автомобіля в гірській місцевості. Так, програма SP8 запобігає перемиканню на більш високу передачу, якщо автомобіль рухається під ухил. Якщо при цьому вводиться в дію гальмо, то програма SP9 здійснює перемикання АКП на більше низьку передачу й реалізує додаткове гальмування двигуном. При русі на підйом програма SP10 вибирає оптимальну швидкість руху на зниженій передачі, і цим запобігає частому перемиканню швидкостей. Автоматичний вибір програм дозволяє реалізувати швидке, якісне, коректне, високоточне, а, отже, і високонадійне перемикання швидкостей при різних умовах руху автомобіля.

Будова та принцип дії гідротрансформатора

На відміну від звичайної механічної коробки передач автоматична КП із гідротрансформатором не має постійного передаточного числа в кожному з положень перемикача швидкостей, чим забезпечується безступінчаста передача крутного моменту від двигуна до ведучих коліс при троганні автомобіля з місця й при розгоні.

Пояснюється це тим, що передаточне число АКП, поки в ній не заблокований гідротрансформатор, може змінюватися під впливом перерозподілу крутного моменту між трьома робочими колесами гідротрансформатора рис. 4.2.



Корпус гідротрансформатора обертається разом з насосним колесом. Турбіна з корпусом не зв'язана (за винятком періоду блокування ГТ) – вона з'єднана з валом коробки. Реактор при цьому закріплений через обгінну муфту – вона не дає йому повертатися під напором потоку, коли різниця у швидкості обертання насосного й турбінного коліс велика, але дозволяє обертатися разом з ними в одному напрямку, коли автомобіль рухається з постійною швидкістю й проковзування ГТ мінімально. Так вдається підняти ККД коробки.

По такій траєкторії циркулює масло в ГТ. Відкидає зовнішнім контуром насосного колеса воно попадає на лопатки турбіни, перенаправляється до центра, розвертається до насосного колеса, обгинає лопатки реактора й повертається до центра насоса, щоб повторити шлях.

Рисунок 4.2 – Гідротрансформатор

Перше робоче колесо з'єднане жорстко з колінвалом ДВЗ і називається насосним. Своїми лопатками насосне колесо нагнітає трансмісійне масло під відцентровим тиском (що залежить від частоти обертання ДВЗ) на лопатки другого (турбінного) колеса, що приводить в обертання вторинний (вихідний) вал АКП, з яким турбінне колесо зв'язане жорстко. Третє робоче колесо встановлене на муфті вільного ходу між насосним і турбінним колесами. Це колесо називається реактором. Лопатки реактора приймають потік масла від турбінного колеса й змінюють напрямок потоку таким чином, що він (потік) повторно направляється на лопатки турбінного колеса. Турбіна одержує додатковий момент обертання, що підсумується з моментом, отриманим турбінним колесом від насосного колеса. Таким чином, сумарний крутний момент на виході гідротрансформатора може бути більше, ніж на його вході, і визначається частотою обертання турбінного колеса.

Якщо швидкість руху автомобіля знижується під впливом збільшення навантаження (підйом у гору), то частота обертання турбінного колеса падає, а крутний момент збільшується. При збільшенні швидкості автомобіля (при розгоні на прямій ділянці дороги) частота обертання турбіни збільшується, що приводить до зменшення крутного моменту в гідротрансформаторі, отже, тягова сила на ведучих колесах зменшується.

При деякій частоті обертання вторинного (вихідного) вала АКП реактор починає провертатися відносно муфти вільного ходу і гідротрансформатор втрачає властивості перетворювача крутного моменту. При цьому швидкості обертання первинного й вторинного валів АКП стають майже однаковими. Діапазон зміни крутного моменту за допомогою гідротрансформатора обмежений збільшенням в 2,5...3 рази. Цього досить для забезпечення нормальної роботи АКП в одному з фіксованих положень перемикача швидкостей. Але цього недостатньо для усталеної роботи двигуна на всіх можливих режимах руху автомобіля. Тому автоматична КП містить у своєму складі багаступінчасту механічну коробку з перемиканням швидкостей за допомогою електромагнітних клапанів.

Самі клапани управляються сигналами від ЕБУ-АКП.

Будова та принцип дії механічної частини АКП

Гідротрансформатор не може перетворювати швидкість обертання й переданий крутний момент у потрібних межах. Та й забезпечити рух заднім ходом йому не під силу. Тому до нього приєднують набір з окремих планетарних передач із різним передаточним коефіцієнтом – фактично одноступінчастих КП в одному корпусі рис. 4.3. Планетарна передача являє собою механічну систему, що складається з декількох шестерень - сателітів, що обертаються навколо центральної шестерні. Сателіти фіксуються разом за допомогою водила. Зовнішня кільцева шестерня має внутрішнє зачеплення із планетарними шестернями. Сателіти, закріплені на водилі, обертаються навколо центральної шестерні, як планети навколо Сонця (звідси й назва - планетарна передача), зовнішня шестерня - навколо сателітів. Різні передаточні відношення досягаються шляхом фіксації різних деталей відносно один одного.

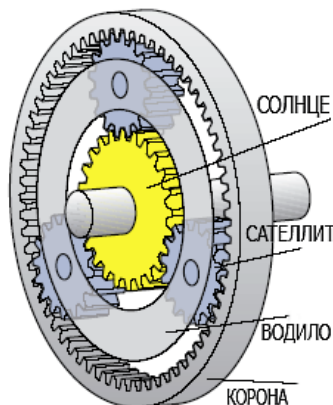


Рисунок 4.3 – Планетарна передача гідромеханічної коробки передач

Перемикання передач здійснюється системою керування.

Робота планетарної передачі

Чому в АКПП у переважній більшості випадків застосовується планетарна передача, а не вали із шестернями, як у механічній коробці? Планетарна передача більше компактна, вона забезпечує більше швидке й плавне перемикання швидкостей без розриву в передачі потужності двигуна. Планетарні передачі відрізняються довговічністю, тому що навантаження передається декількома сателітами, що знижує напруги зубів.

В одинарній планетарній передачі крутний момент передається за допомогою яких-небудь (залежно від обраної передачі) двох її елементів, з яких один є ведучим, другий - веденим. Третій елемент при цьому нерухомий.

Нерухомий	Ведучий	Ведений	Передача
Корона	Сонце	Водило	Знижувальна
	Водило	Сонце	Підвищувальна
Сонце	Корона	Водило	Знижувальна
	Водило	Корона	Підвищувальна
Водило	Сонце	Корона	Реверс, що знижує
	Корона	Сонце	Реверс, що підвищує

Блокуючи ті або інші елементи планетарної передачі між собою або на корпус коробки в простому (одинарному) планетарному ряді, можна одержати пряму, підвищувальну, понижуючу передачу або реверс.

Коли планетарний ряд виконує роль *знижувальної* передачі (рис. 4.4), роль веденого (вихідного) ланки грає водило — деталь, що з'єднує осі сателітів (на рис. вона не показана). Коли сонячна шестерня загальмована (наприклад, гальмом - на корпус коробки), водило обертається повільніше «корони», а крутний момент на ньому виявляється більший за прикладеного до «корони» .

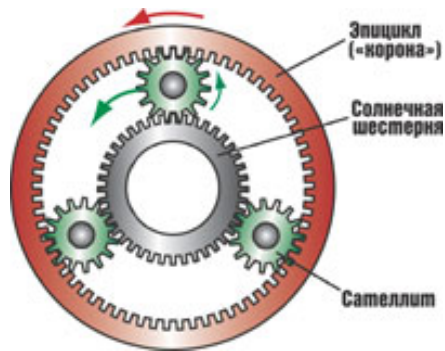


Рисунок 4.4 — Робота планетарного ряду на знижувальній передачі

Пряма передача (рис. 4.5) виходить за допомогою твердого з'єднання водила й сонячної шестерні - при цьому «корона» не може повертатися щодо сонячної шестерні (а сателіти - навколо своїх осей), і весь планетарний ряд обертається як одне ціле. Загальне передаточне відношення такого зачеплення 1:1.

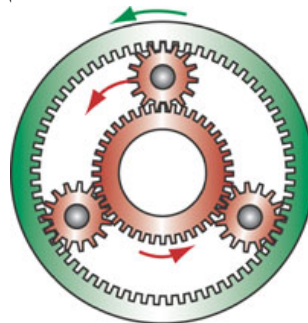


Рисунок 4.5 – Робота планетарного ряду на прямій передачі

У підвищувальній планетарній передачі (рис. 4.6), як і у понижуючій, «сонце» є загальмованим елементом. Тільки ведена ланка тепер - не водило, а «корона».

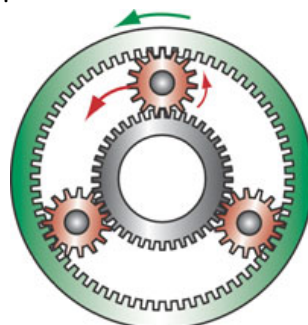


Рисунок 4.6 – Робота планетарного ряду на підвищувальній передачі

Щоб змінити напрямок обертання на протилежний, потрібно загальмувати водило (тобто зробити нерухомими осі сателітів) - і тепер «корона» й «сонце» будуть обертатися в різні сторони (рис. 4.7).

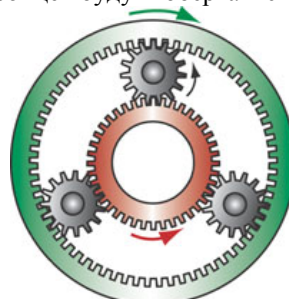


Рисунок 4.7 – Робота планетарного ряду в режимі реверса

Таким чином, один планетарний механізм може забезпечити три передачі для руху вперед (знижувальну, пряму й підвищувальну) і передачу заднього ходу.

Розглянемо будову і принцип роботи автоматичної 4-х ступеневої коробки передач Jatco автомобіля Daewoo Matiz.

У цієї КП застосовується симетричний трьохелементний, одноступінчастий і двофазний перетворювач

моменту (насос). КП складається із двох простих планетарних передач, трьох дискових фрикціонів, одного дискового гальма, одного стрічкового гальма, однієї муфти вільного ходу, і т. д.

Загальна будова гідромеханічної автоматичної 4-х східчастої коробки передач Jatco представлена на рис. 4.8.

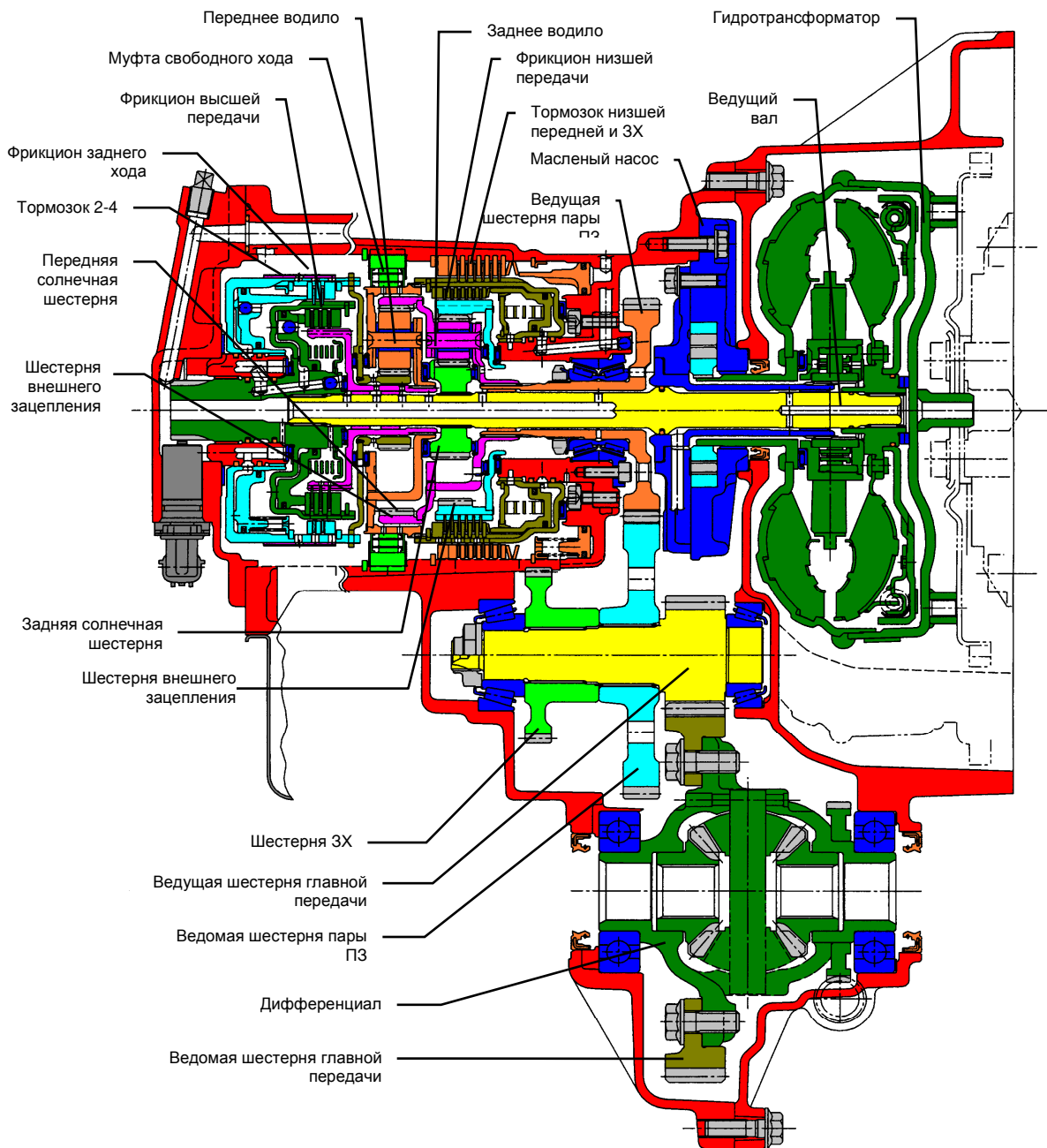


Рисунок 4.8 – АКПП Jatco **JF405E (FRB)**

Складові частини АКПП

1) Масляний насос

Трохоїдний масляний насос установлений на картері АКП із боку первинного вала.

Масляний насос (рис. 4.9) приводиться в дію від гидротрансформатора (torque converter sleeve case). Тому, змащення не виробляється при непрацюючому двигуні.

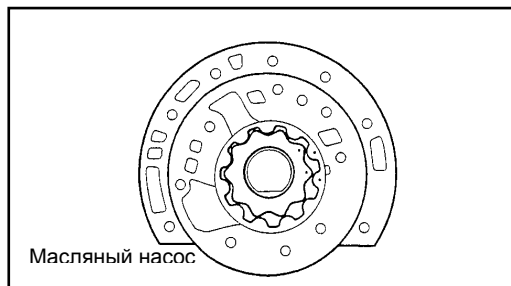


Рисунок 4.9 – Масляний насос АКП

2) Охолоджувач масла

Убудований водяний охолоджувач масла (рис. 4.10) встановлений на картері АКП.

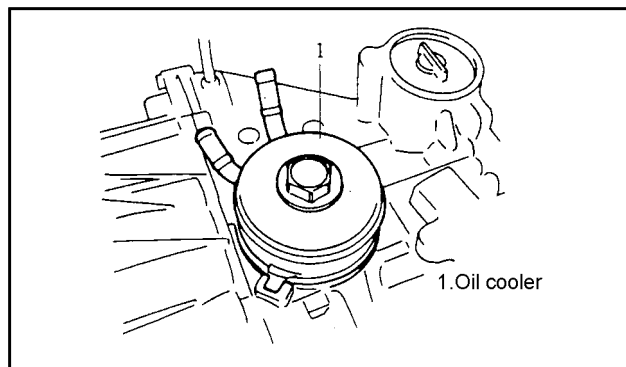


Рисунок 4.10 – Охолоджувач масла

3) Планетарна передача

Планетарна передача (ПП) служить для перемикавання на передню передачу, передачу заднього ходу або нейтральне положення. Планетарна передача складається із сонячної шестерні, водила планетарної передачі, і шестерні внутрішнього зачеплення. Різні комбінації зчеплення кожного планетарного механізму дозволяють перемикаю на передні й задню передачі

4) Фрикціони й гальма

Для перемикавання через планетарну передачу, фрикціони й гальма використовуються для зчеплення й блокування передніх і задніх елементів відповідно. Фрикціони й гальма, крім муфти вільного ходу, приводяться в дію тиском масла за допомогою клапанів перемикавання, ЕМК і масляних проходів в корпусі клапанів.

1. Фрикціон нижчої передачі

Фрикціон нижчої передачі зчіплюється із шестернею внутрішнього зачеплення й водилом планетарного механізму.

2. Гальмо нижчої передачі й передачі заднього ходу

Гальмо нижчої передачі й передачі ЗХ блокує переднє водило планетарного механізму в передачі ЗХ.

Це гальмо працює на першій передачі в діапазоні "L" разом із фрикціоном нижчої передачі для блокування задньої шестерні внутрішнього зачеплення, що дозволяє гальмуванню двигуном у діапазоні "L".

3. Фрикціон вищої передачі

Фрикціон вищої передачі зчіплюється з водилом переднього планетарного механізму й ведучим валом, що працює на 3-ій й 4-ої передачах.

4. Фрикціон заднього ходу

Фрикціон заднього ходу зчіплюється з передньою сонячною шестернею й ведучим валом, що працює разом з гальмом нижчої передачі й передачі ЗХ.

5. Муфта вільного ходу

Муфта вільного ходу нижчої передачі запобігає зворотному обертанню переднього водила й задньої шестерні внутрішнього зачеплення, що зчіплюється разом із фрикціоном нижчої передачі. Це працює тільки механічно. Тому що переднє водило й задня шестерня внутрішнього зачеплення із фрикціоном нижчої передачі здатні обертатися по годинній стрілці, і гальмування двигуном не відбувається.

6. Гальмо 2-4 і сервогальмо

Гальмо 2-4 і сервогальмо блокують передню сонячну шестерню. Вони працюють на 2-ій і 4-ій передачах. Гальмо 2-4 працює через сервогальмо, до сторін зчеплення й розчеплення яким застосовується тиск лінії. Гальмо працює тільки при застосуванні тиску на сторону зчеплення. Гальмо 2-4 не працює при застосуванні тиску й на сторони зчеплення й на сторони розчеплення.

Друга передача

	Переднее (яя)	Заднее (яя)
Ш. вн. зац.	Вращается по ЧС (n_1 об/мин)	Вращается по ЧС (n_1 об/мин)
Водило	Вращается по СЧ (n_c об/мин)	Вращается по ЧС (n_c об/мин)
Солн. шест.	Заблокирована	Вращается по ЧС (n_s об/мин)

Перв.: Зад. солн. шест
 Втор.: Заднее водило
 $n_s > n_c$

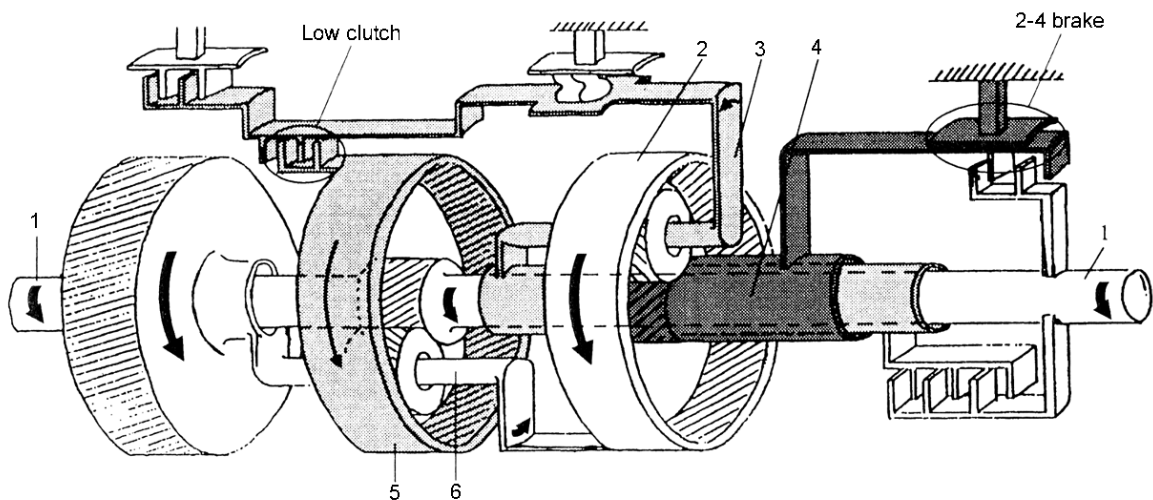
Різниця $n_s > n_c$ показує, що оберти на первинному валу нижче чим на вторинному.

На 2-ій передачі передня сонячна шестерня заблокована і передне водило обертається за годинниковою стрілкою. Тому оберти передньої шестерні внутрішнього зачеплення вище чим оберти першої передачі й оберти на 2-ій передачі будуть вище чим на 1-ій.

[Задіяні елементи]

Фрикціон нижчої передачі: зчіплюється із шестернею внутрішнього зачеплення й переднім водилом (рис. 4.12).

Гальмо 2-4 : блокує передню сонячну шестерню



1. Ведучий вал (задня сонячна шестерня)
2. Передня шестерня внутрішнього зачеплення
3. Переднє водило
4. Передня сонячна шестерня
5. Задня шестерня внутрішнього зачеплення
6. Заднє водило

Рисунок 4.12 – Робота АКП на другій передачі

Третя передача

	Переднее (яя)	Заднее (яя)
Ш. вн. Зац	Вращается по ЧС (n_1 об/мин)	Вращается по ЧС (n_1 об/мин)
Водило	Вращается по ЧС (n_c об/мин)	Вращается по ЧС (n_c об/мин)
Солн. шест.	Вращается по ЧС (n_s об/мин)	Вращается по ЧС (n_s об/мин)

Перв.: Зад. солн. шест
 втор.: Заднее водило
 $n_s = n_1 = n_c$

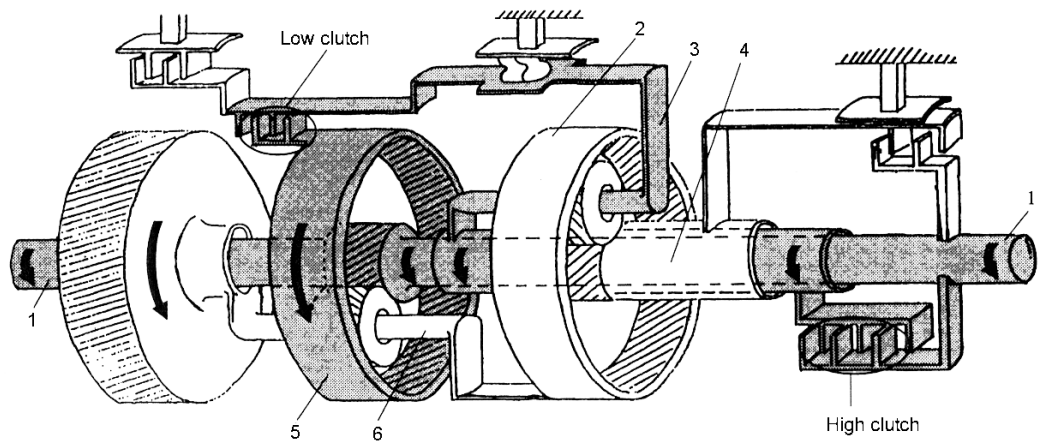
На 3-ій передачі, задня сонячна шестерня й задня шестерня внутрішнього зачеплення обертаються з однаковою швидкістю, що означає, що задня планетарна передача обертається як одне ціле (рис. 4.13).

Ведучий і ведений вали з'єднані безпосередньо.

[Задіяні елементи]

Фрикціон нижчої передачі: зчіплюється із шестернею внутрішнього зачеплення й переднім водилом

Фрикціон вищої передачі: зчіплюється з переднім водилом і ведучим валом



1. Ведущий вал (задняя соячная шестерня)
2. Передняя шестерня внутреннего зацепления
3. Переднее водило
4. Передняя соячная шестерня
5. Задняя шестерня внутреннего зацепления
6. Заднее водило

Рисунок 4.13 - Работа АКП на третьей передаче

Четвертая передача

	Переднее (яя)	Заднее (яя)
Ш. вн.зац.	Вращается по ЧС (n_1 об/мин)	Вращается по ЧС (n_1 об/мин)
Водило	Вращается по ЧС (n_c об/мин)	Вращается по ЧС (n_c об/мин)
Солн.шест.	Заблокирована	Вращается по ЧС (n_3 об/мин)

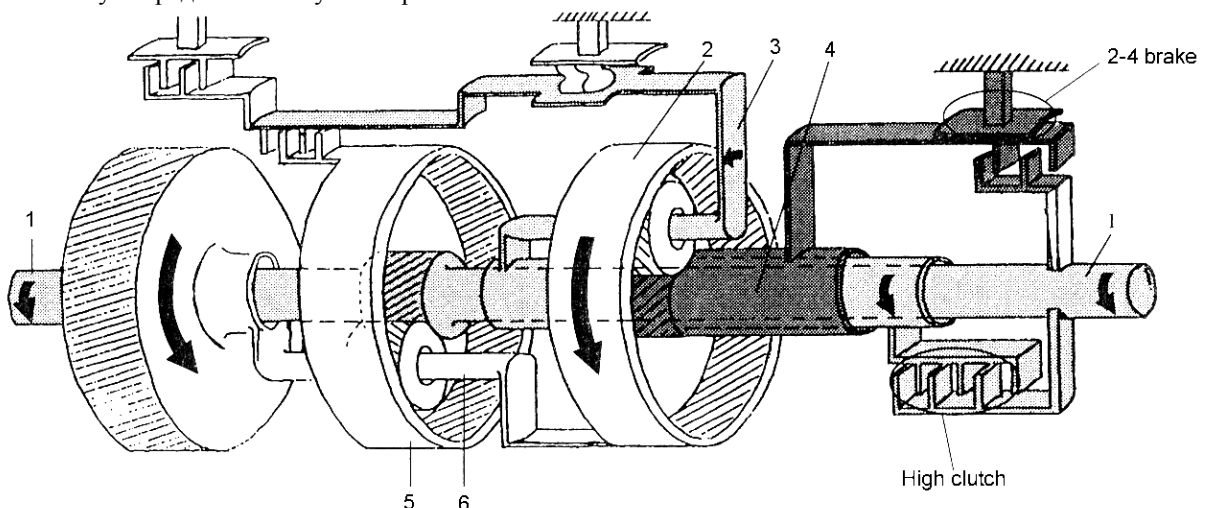
Перв. : Пер. водило
 Втор. : пер. шест. вн. зац
 $n_c < n_i$

На 4-й передаче переднее зубчатое колесо с внутренним зацеплением заблокировано и передний тримач обротається (рис. 4.14). Переднее зубчатое колесо с внутренним зацеплением обротається швидше чим передній тримач. Тому обертоти вторинного вала більше чим обертоти первинного вала.

[Задіяні елементи]

Фрикціон вищої передачі : зчіплюється з переднім водилом і ведучим валом

Гальмо 2-4 : блокує передню соячну шестерню



1. Ведущий вал (задняя соячная шестерня)
2. Передняя шестерня внутреннего зацепления
3. Переднее водило
4. Передняя соячная шестерня
5. Задняя шестерня внутреннего зацепления
6. Заднее водило

Рисунок 4.14 - Работа АКК на четвертой передаче

Задній хід

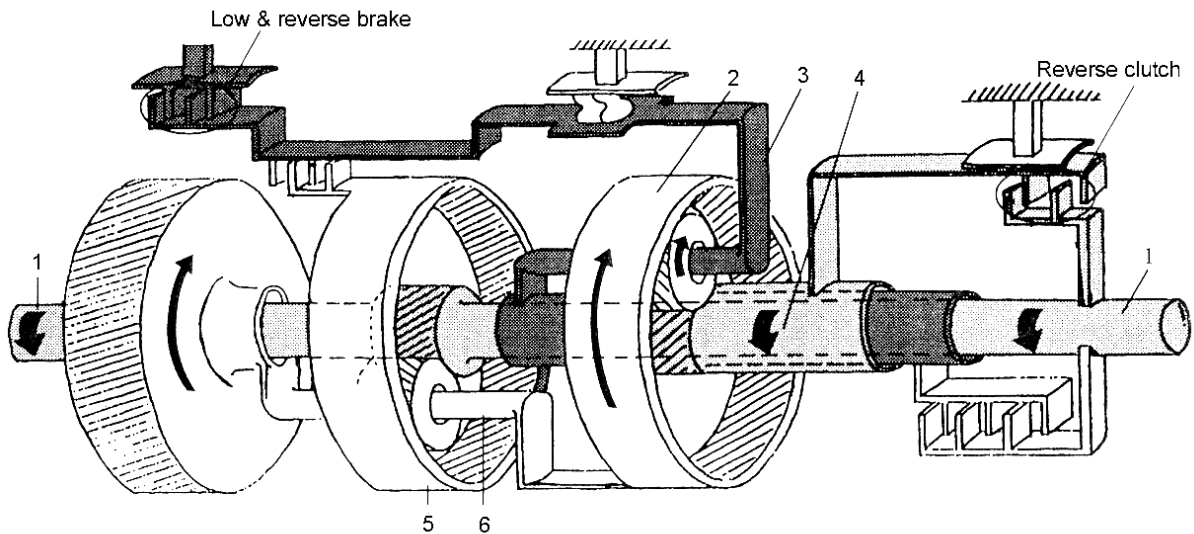
	Передний	Задний	
Ш. вн. зацеп.	Врацтається пр. ЧС (n_1 об/мин)	Врацтається пр. ЧС (n_1 об/мин)	Перв. : пер. солн. шест.
Водило	Заблоковано	Врацтається пр. ЧС (n_c об/мин)	Втор. : пер. ЗК вн. зацеп.
Солн. шест.	Врацтається по ЧС (n_s об/мин)	Врацтається по ЧС (n_s об/мин)	$n_s > n_1, 0 > n_1$ (отр. скор.)

На передачі заднього ходу переднє водило заблоковане й передня сонячна шестерня обертається за годинниковою стрілкою (рис. 4.15). Тому ведений вал обертається проти вартовий стрілки.

[Задіяні елементи]

Гальмо нижчої передачі й ЗХ : блокує переднє водило

Фрикціон ЗХ : зчіплюється з передньою сонячною шестернею й ведучим валом



1. Ведучий вал (задня сонячна шестерня)
2. Передня шестерня внутрішнього зачеплення
3. Переднє водило
4. Передня сонячна шестерня
5. Задня шестерня внутрішнього зачеплення
6. Заднє водило

Рисунок 4.15 - Робота АКП на задній передачі

4.2. Роботизовані механічні коробки передач

В основі роботизованих коробок лежить стандартна механічна коробка перемикання передач (рис. 4.16). Відмінна риса подібної конструкції в тому, що перемикання передач і процеси керування зчепленням виконуються електромеханічним або гідравлічним модулем. Головна перевага такої коробки полягає в економії палива, досягти яку допомагає грамотна й ретельно продумана інженерами стратегія перемикання. Правильне підбирання передач, здійснюване електронікою, допомагає двигуну тримати оптимальну кількість обертів, що сприяє ефективному використанню його технічних можливостей. Головним недоліком є деякий дискомфорт, що виникає через спрацьовування зчеплення при перемиканні передач. Цей момент складний для сприйняття, оскільки відбувається не завжди очікувано. Не варто забувати, що роботизовану коробку варто сприймати не як автоматичну, а як просту механічну, подібну роботу якої забезпечують додаткові елементи роботизованого керування.

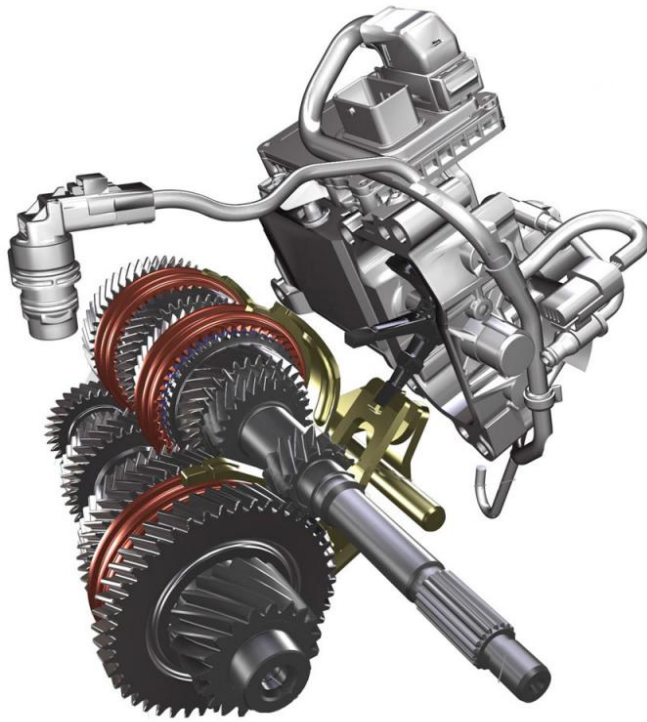


Рисунок 4.16 – Конструкція роботизованої механічної коробки передач

Роботизована коробка передач DSG

Роботизована коробка передач DSG (Direct Shift Gearbox) - це коробка передач прямого перемикання. У цей час вона є самою сучасною автоматизованою коробкою, установлюваною на масові моделі легкових автомобілів.

У механічній коробці передач, потік потужності від двигуна до коліс при перемиканні швидкостей переривається. Це викликає поштовх перемикання передачі або переривання крутного моменту. У випадках неправильного, або несвоєчасного включення передачі, автомобіль може помітно посмикуватися.

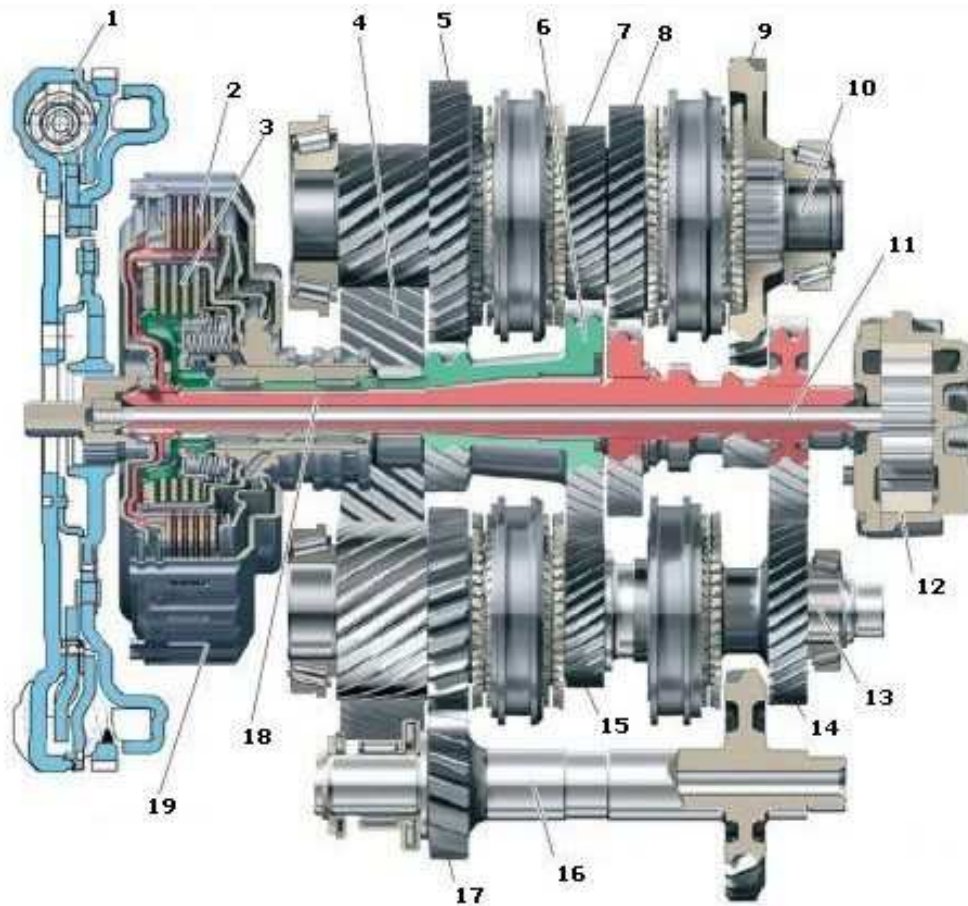
Коробка DSG (рис. 4.17) працює по іншому, вона поєднує в одному корпусі дві механічні коробки передач, одну для парних швидкостей, а іншу для непарних, і кожна з яких оснащена своїм зчепленням. Це необхідно для того, щоб включати дві передачі одночасно.

Поки автомобіль розганяється на парній швидкості, шестерні наступної, непарної, уже перебувають у зачепленні. Коли оберти двигуна досягають точки включення наступної передачі, зчеплення парної передачі розмикається, а непарної одночасно замикається, при цьому передача тяги між коробками відбувається без розриву потоку потужності, а зміна швидкості виходить швидко й майже непомітною. І все це при мінімальних втратах енергії - будучи похідною від звичайної "механіки" коробка успадковує і високу ефективність передачі потужності. Управляється все це автоматикою, тому в системі відсутня педаль зчеплення, і ручка керування КП така, як в автоматичних гідромеханічних коробках.

Коробка DSG, як уже було сказано вище, управляється електронікою, і при наборі швидкості комп'ютер майже миттєво перемикає передачі, заощаджуючи паливо, зберігаючи динаміку й згладжуючи ривки, тому що відразу після включення, наприклад, четвертої передачі він готовий включити п'яту. А якщо водій у процесі розгону вирішив пригальмувати, то системі керування потрібно набагато більше часу для відключення більше високої передачі й підготовки до включення більше низької передачі. На це йде вже не 100 мс, а до напівсекунди.

Не завжди вдається забезпечити й низькі втрати енергії. Проблема в тому, що сухі зчеплення (такі ж, як й у ручних коробок) в DSG трансмісіях можуть перегріватися, тому в моделях, розрахованих на потужні мотори, замість них застосовуються пакети фрикціонів, що працюють у маслі. Вони краще тримають навантаження, але через більше проковзування й гідродинамічні втрати ефективність передачі потужності знижується до 96%, у той час як ручні коробки і їх роботизовані версії досягають величини в 98-99%. Втім, це, звичайно, краще звичайного "автомата" з його 91-94%. Розробники заявляють, що коробка DSG заощаджує до 10% палива.

Незаперечним мінусом є вартість коробки й величезні проблеми з ремонтпридатністю. У зв'язку із чим, виникає необхідність правильного обслуговування КП і своєчасною заміною масла.



- | | |
|---------------------------------------|----------------------------------|
| 1 - двомасовий маховик | 11 - вал масляного насоса |
| 2 - перша фрикційна муфта | 12 - масляний насос |
| 3 - друга фрикційна муфта | 13 - вторинний вал 2 |
| 4 - ведена шестерня головної передачі | 14 - ведена шестерня 5 передачі |
| 5 - ведена шестерня 2 передачі | 15 - ведена шестерня 6 передачі |
| 6 - первинний вал другого ряду | 16 - вісь шестерні заднього ходу |
| 7 - ведена шестерня 4 передачі | 17 - шестерня заднього ходу |
| 8 - ведена шестерня 3 передачі | 18 - первинний вал першого ряду |
| 9 - ведена шестерня 1 передачі | 19 - здвоєне зчеплення |
| 10 - вторинний вал 1 | |

Рисунок 4.17 – Загальна будова коробки передач DSG

Складові елементи коробки DSG

Подвійне зчеплення забезпечує передачу крутного моменту на перший і другий ряди передач (рис. 4.18). Зчеплення включає ведучий диск, з'єднаний через вхідну маточину з маховиком, і дві фрикційні багатодискові муфти, зв'язані через головну маточину з рядами передач.

На шестиступеневій коробці передач **подвійне зчеплення «мокрого» типу**, тобто постійно перебуває в маслі. Семиступенева коробка має **сухе зчеплення**, що дозволяє значно зменшити обсяг масла, що заправляється, (з 6,5 л до 1,7 л), знизити енерговитрати й підвищити паливну економічність двигуна. Із цією ж метою на семиступеневій коробці масляний насос із гідравлічним приводом замінений на більш економічний **електричний насос**.

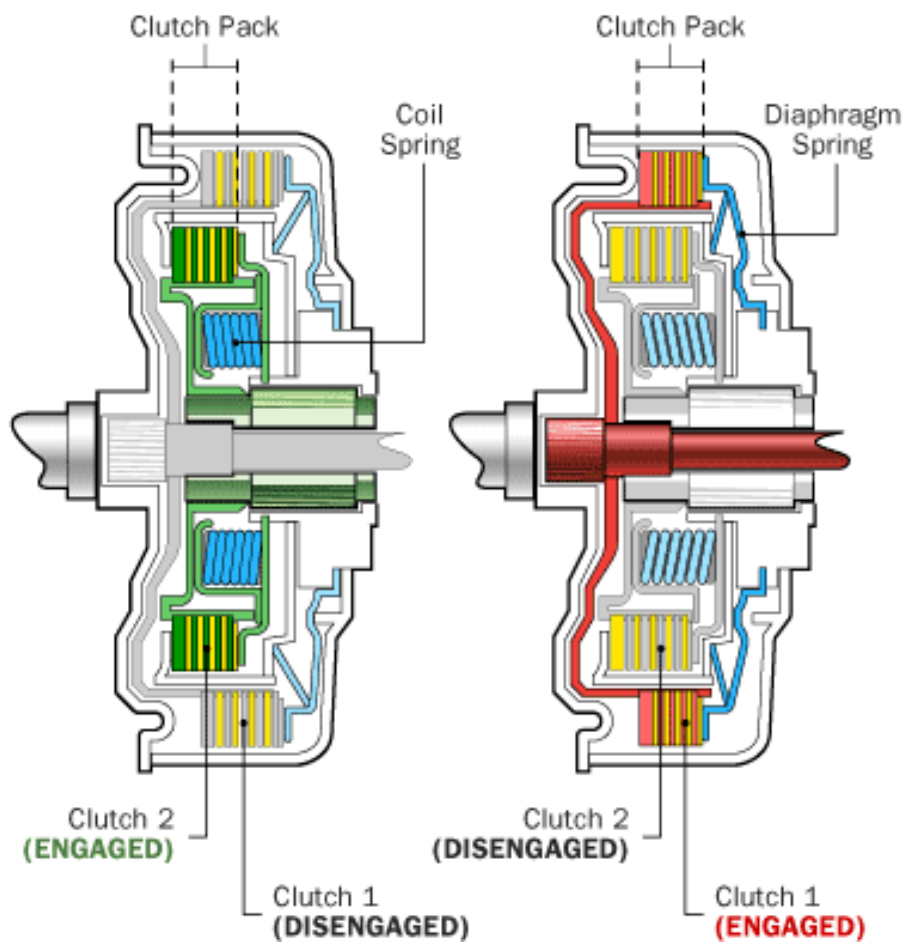
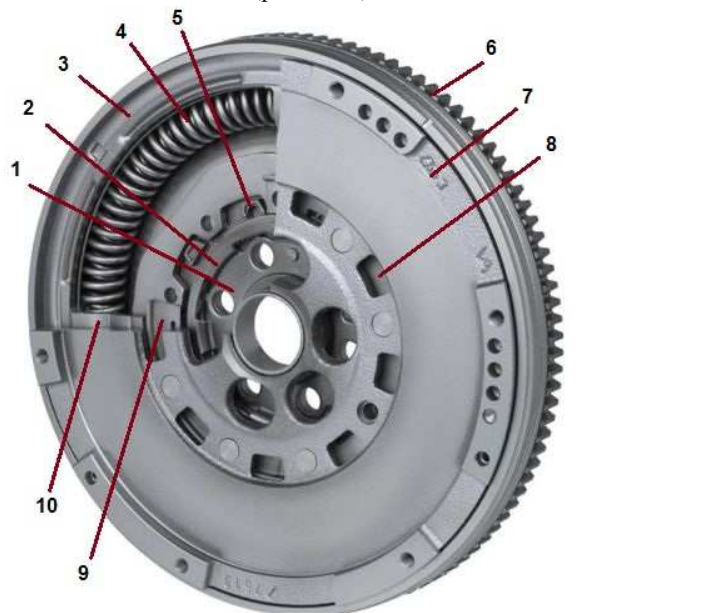


Рисунок 4.18 – Схема роботи подвійного зчеплення

Зчеплення працює в парі із двомасовим маховиком (рис. 4.19).



- 1. маточина
- 2. радіальний підшипник
- 3. первинний диск
- 4. дугова пружина
- 5. фланець

- 6. зубчастий вінець
- 7. вторинний диск
- 8. вентиляційний отвір
- 9. ущільнювальна мембрана
- 10. кільцева камера, заповнена маслом

Рисунок 4.19 - Двомасовий маховик

На відміну від звичайної механічної коробки, у якій всі шестерні перебувають на одному входному валу, у КП

із подвійним зчепленням парні й непарні передачі розташовуються на різних валах (рис. 4.20). Таке можливо завдяки тому, що зовнішній вал зроблений порожнім, що дозволяє розташувати в ньому внутрішній вал. Зовнішній порожній вал живить другу й четверту передачі, у той час як внутрішній вал - першу, третю й п'яту.

Перший ряд коробки забезпечує роботу непарних передач і заднього ходу, **другий ряд** відповідає за парні передачі. Кожний з рядів передач являє собою первинний і вторинний вали із блоками шестерень. **Первинні вали** розташовані співвісно, при цьому первинний вал другого ряду виконаний порожнім і встановлений на первинний вал першого ряду.

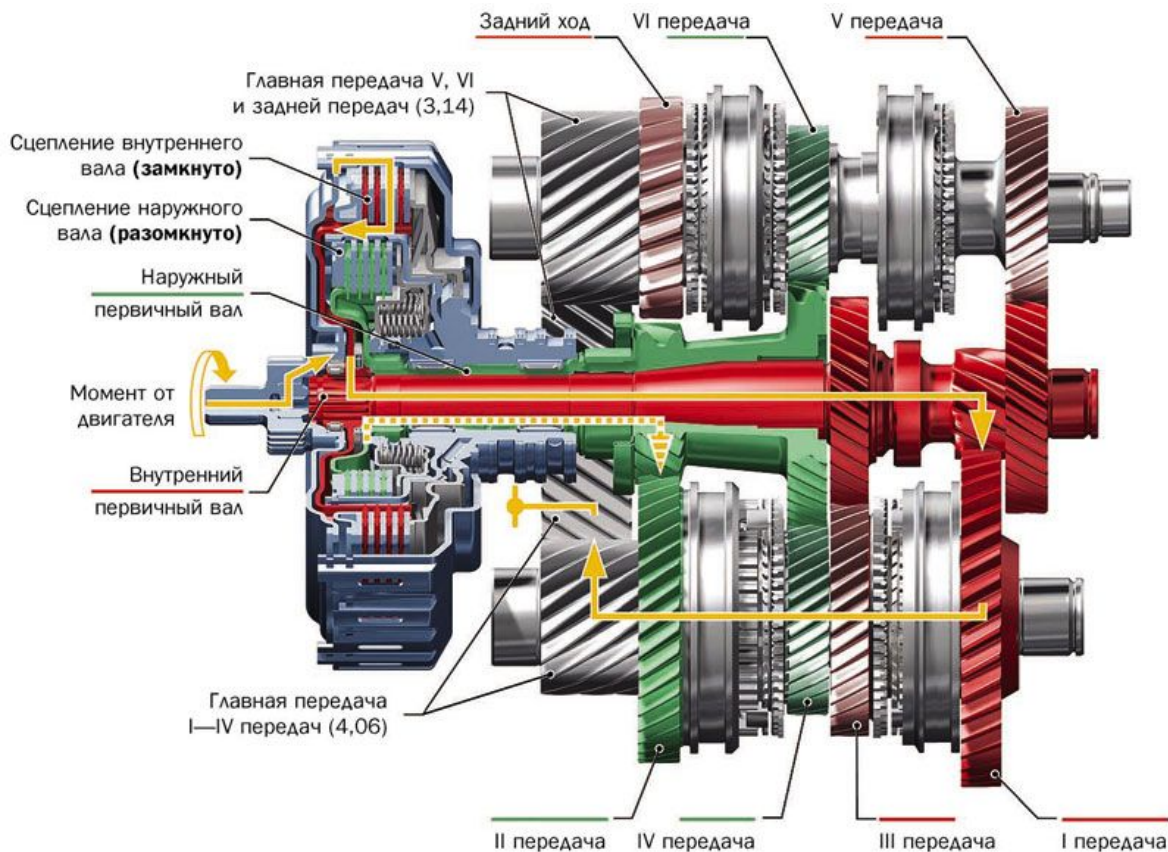


Рисунок 4.20 – Схема роботи коробки передач

Шестерні на первинних валах мають жорстке з'єднання з валом. Шестерні вторинних валів обертаються вільно. При цьому шестерні первинного й вторинного валів перебувають у постійному зачепленні. Між шестернями вторинного вала розташовані синхронізатори, які здійснюють включення конкретної передачі. Для виконання реверсивного руху в коробці передач передбачений **проміжний вал** із шестернею заднього ходу. На **вторинних валах** також розташовані провідні шестерні головної передачі.

Для керування зчепленням і перемиканням передач призначена **система керування коробкою передач**. Система керування включає:

- вхідні датчики;
- електронний блок керування;
- електрогідравлічний блок керування;
- виконавчі механізми.

Електронний й електрогідравлічний блоки керування, а також практично всі вхідні датчики, об'єднані в єдиний модуль, що має назву **Mechatronic**. Модуль керування розташовується безпосередньо в картері коробки передач.

Вхідні датчики відслідковують частоту обертання на вході й виході коробки передач, тиск і температуру масла, а також положення качан включення передач. **Електронний блок керування** на підставі сигналів датчиків реалізує, закладений у нього, алгоритм керування коробкою передач.

Електрогідравлічний блок керування забезпечує роботу гідравлічного контуру керування коробкою передач. У нього входять наступні елементи:

- золотники-розподільники;
- електромагнітні клапана;
- клапана регулювання тиску;

- мультиплексор.

Золотники-розподільники приводяться в дію важелем селектора. **Електромагнітні клапани** здійснюють перемикання передач. **Клапани регулювання тиску** забезпечують роботу фрикційних муфт. Електромагнітні клапани й клапани регулювання тиску є **виконавчими механізмами** системи керування коробкою передач.

У коробці застосований пристрій **мультиплексор**, що дозволяє управляти вісьма гідроциліндрами перемикання передач тільки за допомогою чотирьох електромагнітних клапанів. У вихідному положенні мультиплексора працюють одні гідроциліндри, у робочому - інші, при цьому в обох режимах спільні електромагнітні клапани.

Принцип роботи коробки передач DSG полягає в послідовному включенні передач обох рядів. При цьому під час роботи однієї передачі, інша передача вже обрана й готова до включення.

4.3 Коробки передач з варіатором (CVT)

Варіаторна коробка передач має загально визнану назву (аббревіатуру) **CVT** – Continuously Variable Transmission (у перекладі – трансмісія, що постійно змінюється).

На сьогоднішній день декілька найбільших автовиробників (таких як General Motors, Audi, Honda, Nissan, Toyota й ін.) проектує свої автомобілі на основі варіаторної трансмісії.

На відміну від традиційних автоматичних трансмісій, у варіаторі немає коробки передач із заданою кількістю ступеней. Найвідоміший тип варіатора працює на основі шківів, що дозволяє без використання жорстко заданих передач установити будь-який коефіцієнт передачі крутного моменту (рис. 4.21).

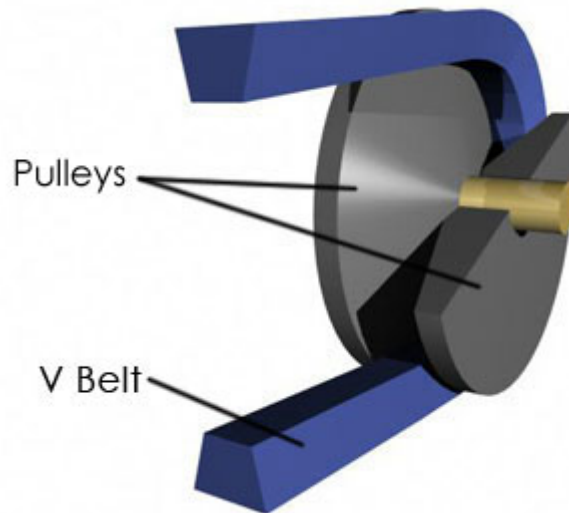


Рисунок 4.21 - Схема шківів зі змінним діаметром

У порівнянні зі звичайною трансмісією, у якій використовується досить складне з'єднання шестернею, гальма, захвати і керуючі пристрої, варіатор - дуже простий.

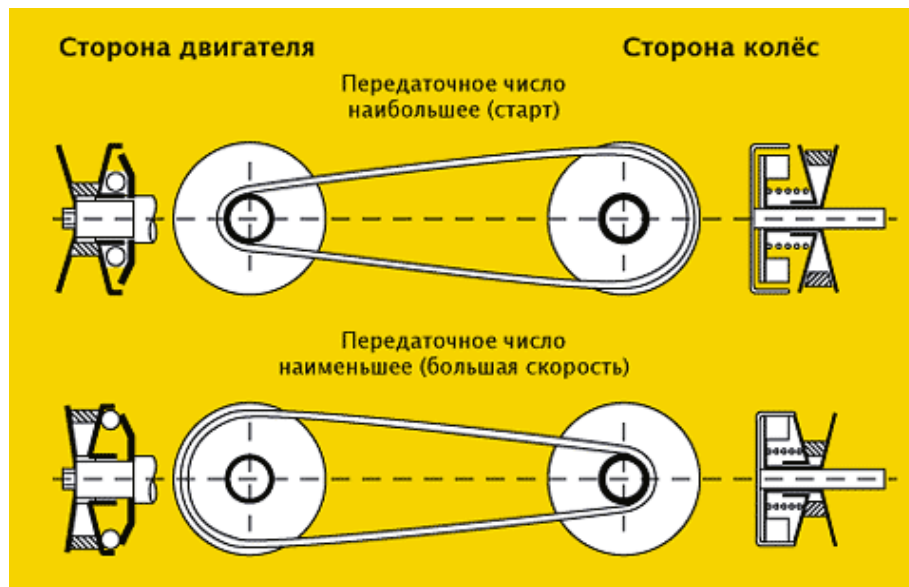
У більшості варіаторних трансмісій є три компоненти

- Вхідний “рушійний” шків зі змінним діаметром
- Вихідний “спонукуваний” шків зі змінним діаметром
- Металевий або гумовий пас.

Крім того, в CVT використовується багато мікропроцесорів і сенсорів, але ці три елементи ключові.

Принцип роботи варіатора

Шків зі змінним діаметром - основна частина варіатора. Такий шків складається із двох 20 градусних конусів, спрямованих вершинами один до другого. У пазу між конусами встановлений пас (рис. 4.22). Звичайно використовуються V-подібні паси, якщо вони виготовлені з гуми.



Принцип роботи варіатора

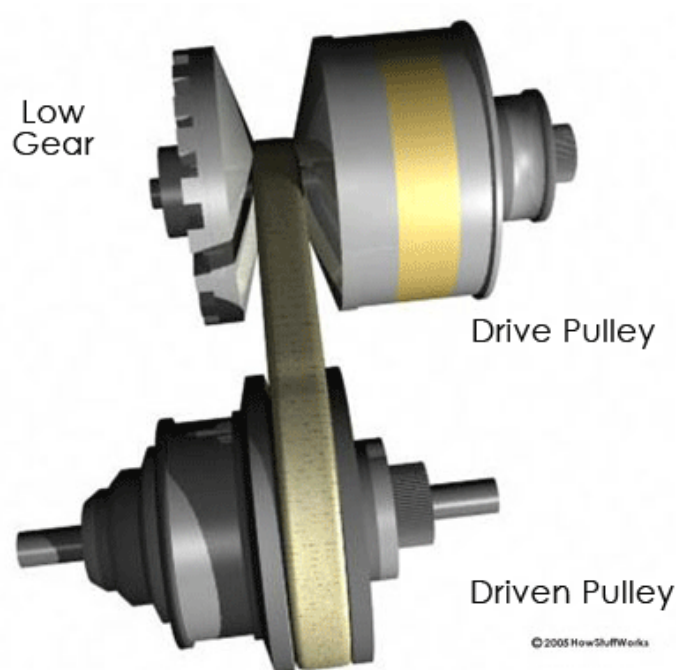


Рисунок 4.22 – Пасова передача варіатора

Коли конуси розташовані далі один від одного і пас перебуває в нижній частині пазу, радіус петлі зменшується. Коли конуси розташовані ближче один до одного, пас розташовується вище, і, отже, радіус збільшується. У варіаторах для зміни відстані між половинками шківів використовують гідравлічний прес, відцентрову силу або пружини.

Шківів зі змінними діаметрами використовуються парами. Один шків називається “рушійним” (drive pulley або driving pulley), приєднаний до колінчастого вала двигуна. Також іноді використовується термін “вхідний” тому що через нього в трансмісію надходить енергія від двигуна. Другий шків, називаний “спонукуваним” (driven pulley), передає крутний момент далі на колеса. Також його називають “вихідним”.

Щоб зберегти натяг пасу, коли один із шківів збільшує радіус, то інший одночасно його зменшує. Змінюючи радіус шківів один відносно другого, можна одержати нескінченну кількість ступеней КП. Наприклад, коли радіус “вхідного” шківів зменшений, а “вихідного” збільшений, то швидкість обертання знижується і одержується знижена передача. Якщо радіус збільшується на “вхідному” шківів, а на другому знижується, то швидкість обертання збільшується й виходить підвищена передача.

Простота й відсутність ступеней роблять CVT трансмісію ідеальною для багатьох видів техніки, і не тільки автомобілів. Наприклад, уже довгий час варіатори використовуються в промислових пресах, тракторах і скутерах.

Будова варіатора

Застосування даної коробки забезпечує максимальну динамічність автомобіля, високу паливну економічність двигуна й комфорт у керуванні транспортним засобом. Завдяки високим споживчим якостям варіаторна коробка передач встановлюється на автомобілі преміум-класу **Audi** (моделі A4, A5 й A6).

Функцію роз'єднання двигуна від коробки передач у системі виконують два мокрих (працюючих у маслі) **багатодискові зчеплення**. Зчеплення являють собою багатодискові фрикційні муфти - фрикціони: фрикціон переднього ходу й фрикціон заднього ходу. Конструкція фрикційних муфт аналогічна муфтам, застосовуваним для перемикання передач в АКП.

Замість зчеплення може використовуватися гідротрансформатор.

У коробці передач передбачене примусове охолодження фрикціонів окремим потоком робочої рідини. Фрикційні муфти мають істотні переваги в порівнянні з гідротрансформатором, що виконує аналогічну функцію. Вони мають меншу масу, компактні й простіше в керуванні.

Планетарний механізм використовується тільки для руху заднім ходом. При русі автомобіля вперед відбувається блокування редуктора фрикціоном переднього ходу. При русі назад - фрикціон заднього ходу блокує коронну шестерню редуктора на корпус коробки передач, внаслідок чого планетарний редуктор рухається в протилежну сторону. Швидкість руху заднім ходом обмежується системою керування.

Варіатор забезпечує плавну зміну передаточного числа. Він складається з наступних конструктивних елементів:

- ведучий шків;
- ведений шків;
- ланцюг.

Кожний зі **шківів** являють собою **два диски** з конічною поверхнею. Ведучий диск з'єднується з колінчатим валом двигуна через проміжну передачу. З веденого диска крутний момент направляється на головну передачу. Один з дисків на кожному шківі рухливий. Це дозволяє в процесі роботи змінювати діаметр шківа.

У варіаторі Мультиатронік (Audi) уперше застосований **металевий ланцюг**. Дане технічне рішення дозволило значно розширити діапазон передаточних чисел за рахунок зменшення поверхні зіткнення ланцюга зі шківом (у порівнянні із клиноподібним ременем). Зниження шуму при роботі металевого ланцюга досягнуто шляхом використання ланок різного розміру.

Привод кожного зі шківів складається із двох гідроциліндрів – притискного й регулювального. Притискний гідроциліндр безпосередньо притискає ланцюг до дисків шківа. Регулювальний гідроциліндр забезпечує зміну діаметра шківа, тобто регулює передаточне відношення. Сила, з якою диски притискаються до ланцюга, контролюється **датчиком крутного моменту**. Датчик встановлений на ведучому диску.

Так як варіатор Multitronic встановлюється на передньопривідні автомобілі, у конструкцію коробки передач включені головна передача і диференціал.

Система керування коробкою передач включає наступні елементи:

- гідравлічний блок керування;
- вхідні датчики;
- електронний блок керування.

Гідравлічний блок керування здійснює безпосереднє керування фрикціонами переднього і заднього ходу, притискними й регулювальними циліндрами, регулює тиск робочої рідини в системі, а також здійснює охолодження фрикціонів. У гідравлічному блоці є:

- золотник ручного керування;
- гідравлічні клапани;
- електромагнітні клапани керування тиском.

Циркуляцію робочої рідини в системі забезпечує **масляний насос** шестеренного типу, що має привод від первинного вала. Для охолодження фрикціонів застосовується **ежекційний насос**, дія якого засноване на подачі робочої рідини за рахунок розрідження. Охолодження робочої рідини виконується в масляно-водяному **теплообміннику**, включеному в систему охолодження двигуна.

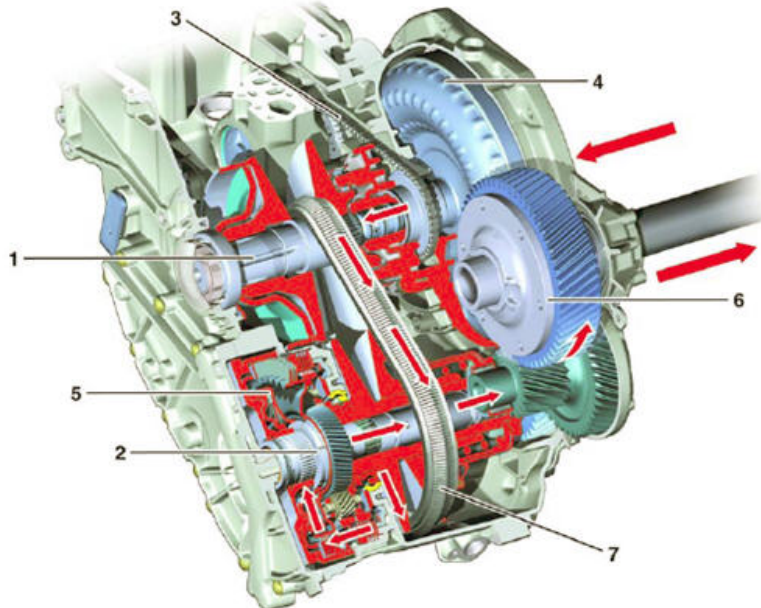
До **вхідних датчиків** системи керування коробкою передач відносяться:

- датчик положення важеля селектора;
- датчик числа обертів на вході коробки передач;
- датчик числа обертів на виході коробки передач;
- датчик температури робочої рідини;
- датчик тиску робочої рідини.

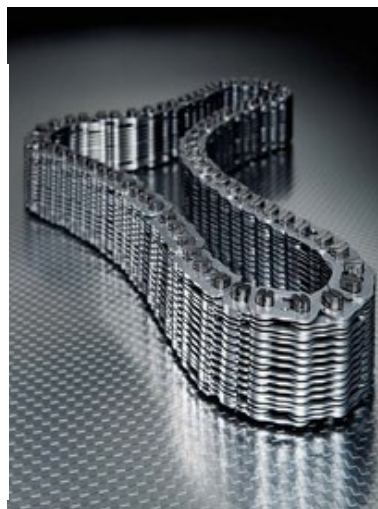
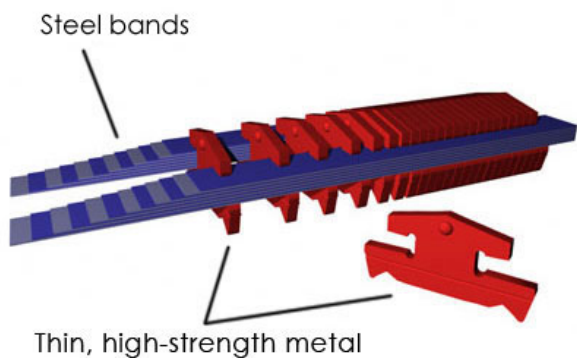
Електронний блок керування служить для вибору оптимального передаточного відношення відповідно до умов руху й бажань водія. На підставі сигналів датчиків електронний блок керування обчислює величину тиску

робочої рідини й реалізує цей тиск шляхом впливу на електромагнітні клапани. Блок керування встановлений безпосередньо на коробці передач.

Варіатор Мультиатронік має механічний зв'язок з **важелем селектора**. Режими керування коробкою передач аналогічні режимам АКП. У даній коробці реалізований режим «Кік-Даун» (**Kick-Down**), що припускає швидке прискорення автомобіля. Використовується функція вибору фіксованих передач Типтронік (Tiptronic).



1 - первинний вал; 2 - вторинний вал; 3 - привод масляного насоса; 4 - гідротрансформатор; 5 - механізм задньої передачі; 6 - диференціал; 7 - пас
Рисунок 4.23 - Загальна будова АКП із варіатором



1 - елемент; 2 пакет дисків (по 12 кілець)
Рисунок 4.24 - Пас і ланцюг варіатора

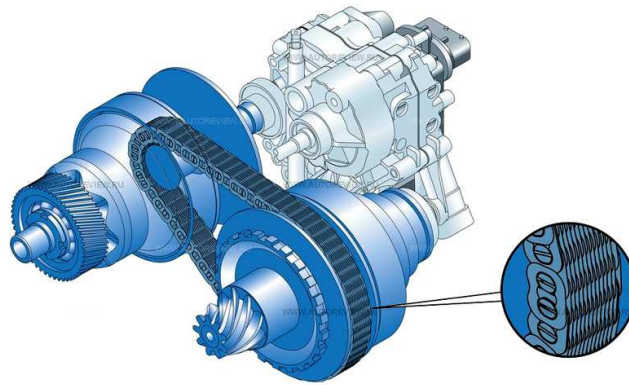


Рисунок 4.25 - Ланцюгова передача варіатора

Використання нових матеріалів дозволяє зробити варіатори ще більш надійними й ефективними. Одним з найважливіших моментів стало використання металевих пасів для з'єднання шківів. Ці паси складаються з декількох тонких сталевих смуг (звичайно 9 або 12), скріплені металевими затисками. Металеві паси не ковзають і відрізняються високою міцністю, дозволяючи використовувати варіатори із двигунами високої потужності. Крім цього трансмісія з такими пасами працює тихіше.

Практирна робота №5

Карданні передачі, головна передача, диференціали

Мета роботи – вивчити типи та будову карданних передач, головної передачі та диференціалів.

Обладнання – розріз заднього мосту автомобіля ВАЗ, ЗИЛ, плакати.

Загальні відомості

5.1 Карданні передачі

Для руху автомобіля крутний момент від двигуна необхідно передати на ведучі колеса. Двигун і коробка передач через опори порівняно жорстко кріпляться до кузова, а ведучі колеса підвішені за допомогою рухомих і пружних елементів підвіски. Таким чином, при їзді взаємне положення коліс і силового агрегату постійно змінюється.

Карданна передача призначена для передачі крутного моменту між валами, розташованими під кутом друг до друга. В автомобілі карданна передача застосовується, як правило, у трансмісії й рульовому керуванні.

За допомогою карданної передачі можуть з'єднуватися наступні елементи трансмісії:

- двигун і коробка передач;
- коробка передач і роздавальна коробка;
- коробка передач і головна передача;
- роздавальна коробка й головна передача;
- диференціал і ведучі колеса.

Основним елементом карданної передачі є **карданний шарнір**. Залежно від конструкції шарніра розрізняють наступні **типи карданних передач**:

- карданна передача із шарніром нерівних кутових швидкостей;
- карданна передача із шарніром рівних кутових швидкостей (ШРУС);
- карданна передача з напівкарданним пружним шарніром;
- карданна передача з напівкарданним твердим шарніром.

Карданна передача з напівкарданним твердим шарніром на автомобілях не застосовується, тому що не відповідає вимогам надійності й технологічності

У задньопривідних автомобілях використовуються вали із шарнірами нерівних кутових швидкостей, у передньопривідних - із шарнірами рівних кутових швидкостей (ШРУС).

5.1.1 Карданна передача із шарніром нерівних кутових швидкостей

Карданна передача із шарніром нерівних кутових швидкостей має устояну назву – **карданна передача**, повсякденна назва – **кардан**. Даний тип передачі застосовується в основному на задньопривідних автомобілях й автомобілях з повним приводом.

Карданна передача із шарніром нерівних кутових швидкостей забезпечує передачу крутного моменту під кутом не більше 20 градусів. При більших значеннях значно зростає навантаження на шарніри, збільшується нерівномірність обертання й вібрації. Тому такі передачі не придатні для передньопривідних автомобілів, тому що в

них потрібна передача моменту під кутом більше 20 градусів.

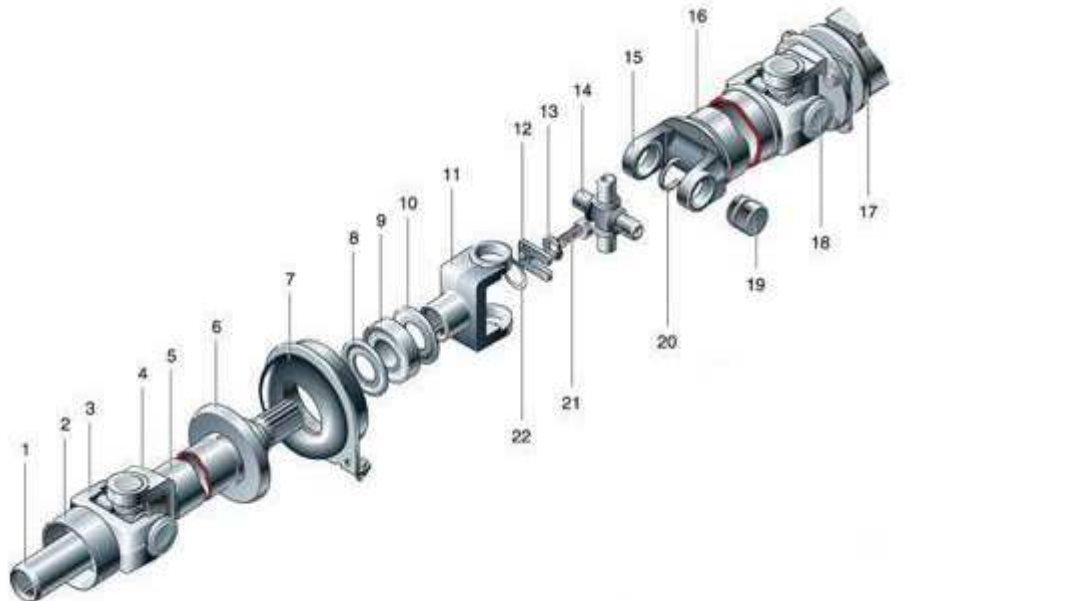
Розглянемо будову карданної передачі із шарнірами нерівних кутів швидкостей на прикладі автомобіля ГАЗ-3302 Газель (рис.5.1).

Карданна передача складається із проміжного карданного вала, проміжної опори, заднього карданного вала й трьох карданних шарнірів.

Проміжний карданний вал виконаний зі сталеві тонкостінної труби. До заднього торця проміжного вала приварений хвостовик із зовнішніми шліцями, а до переднього торця - вилка, до якої через карданний шарнір кріпиться ковзна передня вилка із внутрішнім шліцьовим отвором і брудовідбивачем. Передня вилка (хвостовик) вставлена в подовжувач заднього картера коробки передач і входить у зачеплення зі шліцями вторинного вала. При роботі задньої підвіски відбувається поздовжній зсув карданної передачі. При цьому хвостовик, переміщаючись по шліцах вторинного вала коробки передач компенсує ці зрушення. Шліцьове з'єднання змазується маслом, залитим у картер коробки передач.

Проміжна опора являє собою гумовий гофрований елемент; зсередини до нього привулканізований закритий кульковий підшипник, а зовні - кронштейн. Шар гуми перешкоджає передачі вібрацій на кузов і допускає переміщення карданної передачі уздовж поздовжньої осі автомобіля. Кронштейн проміжної опори болтами кріпиться до поперечки рами. Підшипник опори не вимагає обслуговування протягом усього строку його служби. Задній карданний вал виконаний з тонкостінної труби, до торців якої приварені вилки. Через карданний шарнір до передньої частини вала кріпиться шліцьова вилка середнього шарніра. Вона надівається на задню шліцьову частину проміжного вала після проміжної опори. Від зсувів по шліцах вона фіксується болтом зі стопорною шайбою.

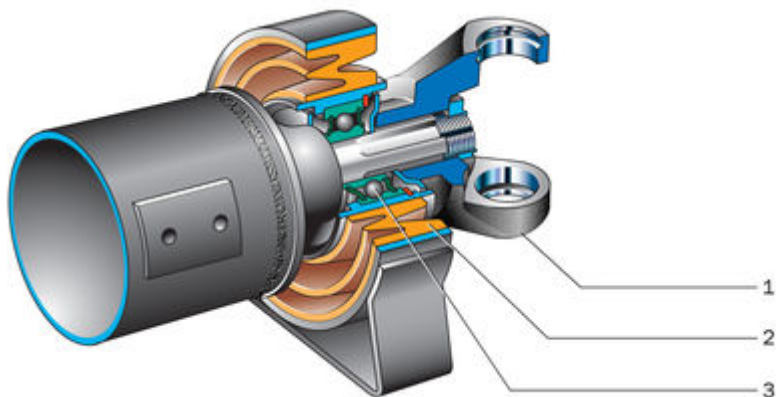
До іншої частини заднього карданного вала через хрестовину шарніра приєднаний фланець із центрувальним паском. Він кріпиться чотирма болтами до фланця ведучої шестерні головної передачі. Карданний шарнір складається з вилок і хрестовини із чотирма закритими голчастими підшипниками. У кожному з них встановлено 20 роликів (голок) діаметром 2 мм. Голки виготовлені з високою точністю, підібрані для даного підшипника в зборі із хрестовиною й для різних підшипників не взаємозамінні. Тому неприпустимо замінити тільки хрестовину або підшипники, весь комплект замінюється в зборі, навіть при ушкодженні хоча б одного підшипника. У хрестовину вкручена прес-маслянка. З неї масло, що нагнітається мастильним шприцом, по внутрішніх каналах надходить до підшипників. Утримання масла усередині підшипників забезпечується гумовою манжетою із пружиною. При «шприцюванні» карданного шарніра пружина розтягується й надлишки масла випливають назовні. Голчасті підшипники запресовуються в співвісні отвори вилок і фіксуються в них пружинними стопорними кільцями.



- | | |
|--------------------------------------|---|
| 1. хвостовик ковзної вилки; | 12. П-подібна пластина; |
| 2. брудовідбивач ковзної вилки; | 13. стопорна шайба; |
| 3. ковзна вилка; | 14. хрестовина; |
| 4. вилка проміжного карданного вала; | 15. вилка заднього карданного вала; |
| 5. проміжний карданний вал; | 16. задній карданний вал; |
| 6. брудовідбивач; | 17. фланець ведучої шестерні головної передачі; |
| 7. проміжна опора; | 18. задній карданний шарнір; |
| 8. захисне кільце; | 19. голчастий підшипник; |
| 9. підшипник проміжної опори; | 20. стопорне кільце; |
| 10. захисне кільце; | 21. болт; |
| 11. шліцьова вилка; | 22. ущільнювальне кільце. |

Рисунок 5.1 – Карданна передача автомобіля ГАЗ-3302 „Газель”

Проміжна опора (рис. 5.2) складається із шарикопідшипника 3 поміщеного в гумову обойму 2, закриту металевим кожухом. Опора кріпиться до поперечки рами автомобіля. Проміжна опора дозволяє зменшити довжину карданного вала, що передає крутний момент під кутом, і запобігти появі крутильних коливань і биття вала, що збільшує термін служби підшипників і сприяє плавному ходу автомобіля. Підшипник проміжної опори і шлицьове з'єднання карданного вала змащують консистентним мастилом УС-1, витікання якого запобігається сальниками. Зовні шлицьове з'єднання карданного вала закрито гумовим гофрованим чохлом, що запобігає потраплянню пилу й вологи на шліци.



1 - вилка; 2 - пружна подушка; 3 - підшипник проміжної опори

Рисунок 5.2 – Конструкція проміжної опори.

5.1.2 Карданна передача з шарнірами рівних кутових швидкостей

Крутний момент у таких передачах передається від двигуна на колесо за допомогою двох ШРУСів - внутрішнього й зовнішнього рис. 5.3. Зовнішній ШРУС повинен забезпечувати передачу моменту тільки в кутових напрямках, що змінюються, а внутрішній, крім того, і в осьовому напрямку. У такий спосіб внутрішній ШРУС, змінюючи довжину всієї передачі (аналогічно шлицьовому з'єднанню в карданній передачі), компенсує переміщення силового агрегату при русі автомобіля.

За всю історію автомобілебудування було сконструйовано не менше десятка видів шарнірів, але на тепершній час в основному застосовуються два: кульковий ШРУС і ШРУС типу «трипод».

Кульковий шарнір складається з корпусу із зовнішньої обойми, внутрішньої обойми, шести кульок і сепаратора, що втримує кульки. Кульки розміщені в канавках корпусу й обойми, що з'єднується із приводним валом шлицьовим з'єднанням. Внутрішні і зовнішні ШРУСи конструктивно відрізняються: доріжки під кульки у внутрішньому шарнірі - прямі, а в зовнішньому - радіусні. Радіусні забезпечують більший кут повороту, а прямі дозволяють деталям шарнірів переміщатися в осьовому напрямку, компенсуючи коливання передньої підвіски й силового агрегату.

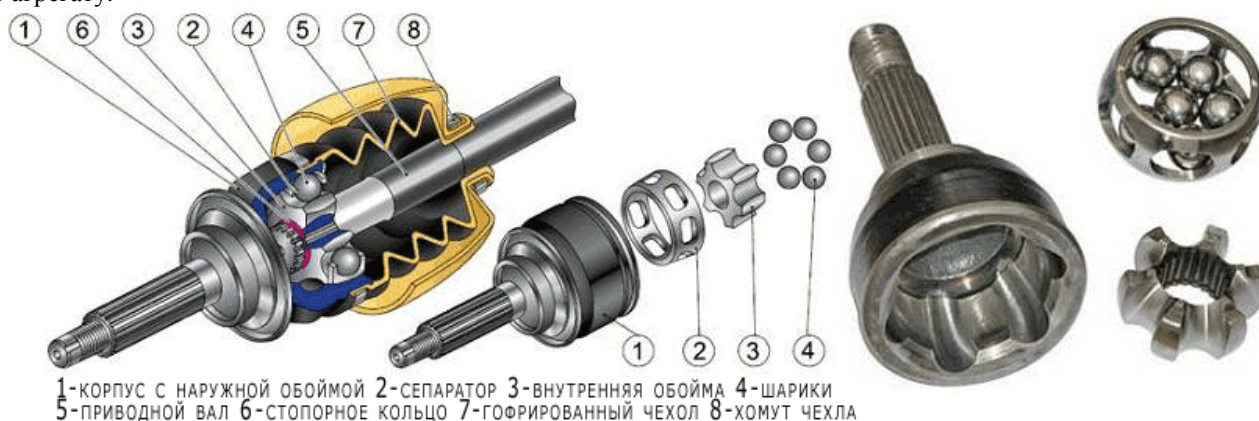


Рисунок 5.3 - Кульковий шарнір рівних кутових швидкостей

Кульковий ШРУС (рис. 5.3.) вимагає інтенсивного й постійного змащення, не терпить бруду. Герметичність забезпечується гумовими захисними чохлами (пилівиками). Пилівики шарнірів мають форму гофри для того, щоб щораз, коли пилівик стискується, розмазане по стінках мастило поверталось назад у шарнір.

Шарніри типу «трипод» (рис. 5.4) також бувають двох видів: тверді й універсальні. Перші забезпечують передачу моменту під більшими кутами й використовуються в якості зовнішніх. Універсальні працюють при менших кутах, але допускають осьові переміщення - тому їх установлюють як внутрішні.

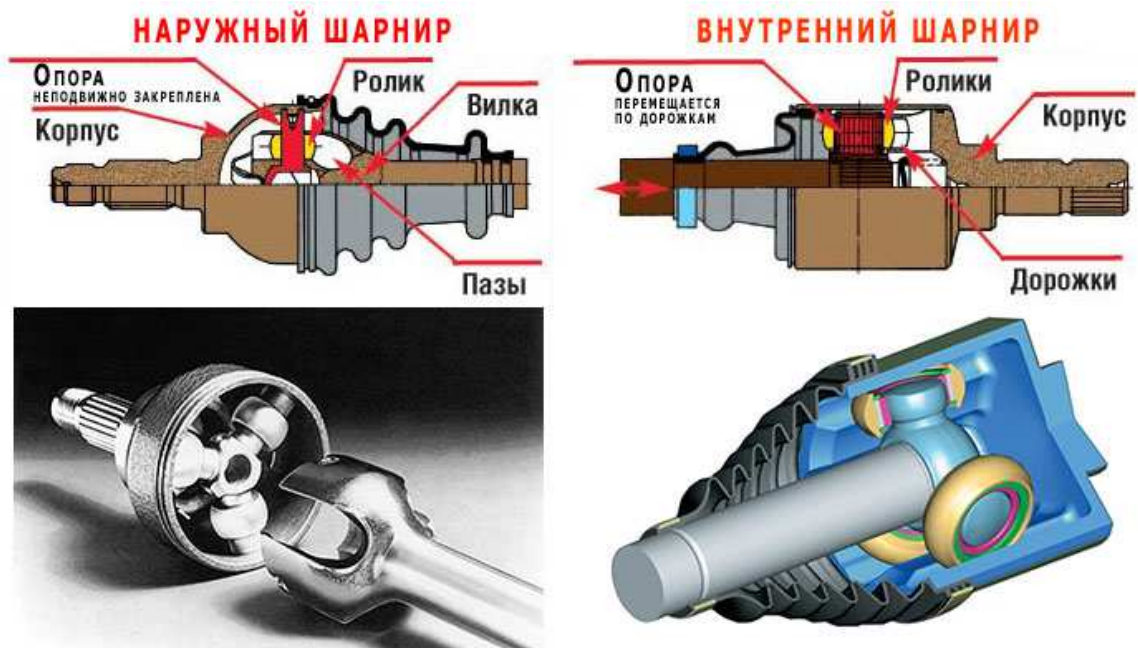
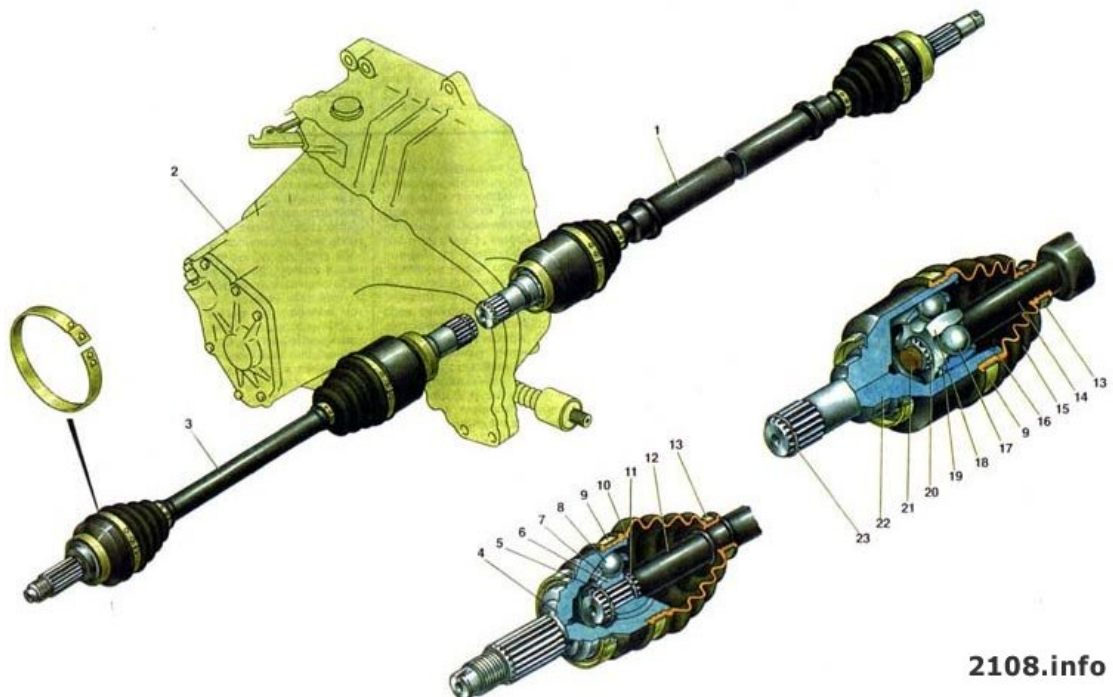


Рисунок 5.4 – Шарнір рівних кутів швидкостей типу „трипод”

Шарнір складається з корпусу, з'єднаного із вхідним валом. У корпусі нерухомо закріплюється трипроменева опора, на кінцях якої встановлені обертові ролики з кульовою поверхнею. Усередину корпусу вставлена вилка з вихідним валом, у якій для переміщення по роликах пророблені три пази циліндричного перетину. Торцева поверхня вилки сферична, що дозволило одержати більший робочий кут між сполученими валами.

Універсальний шарнір складається з корпусу, трьох роликів, встановлених на пальці трипроменевої опори, напресовану на шліцьову частину вихідного вала. Ролики на пальцях опори обертаються на голчастих підшипниках. У внутрішній частині корпусу зроблені канавки під ролики, що забезпечує необхідний кут повороту внутрішнього шарніра, а також дозволяє опорі переміщатися в поздовжньому напрямку.

Розглянемо будову карданної передачі із ШРУСами на прикладі передньопривідних моделей ВАЗ (рис. 5.5).



1. Привід правого переднього колеса; 2. Коробка передач; 3. Привід лівого переднього колеса; 4. Корпус зовнішнього ШРУСа; 5. Стопорне кільце обойми ШРУСа; 6, 18. Обойма шарніра рівних кутів швидкостей; 7, 19. Сепаратор ШРУСа; 8, 17. Кулька ШРУСа; 9. Зовнішній хомут пильовика; 10, 15. Пильовик ШРУСа; 11. Упорне кільце; 12, 14. Вал приводу лівого колеса; 13. Внутрішній хомут пильовика; 14. Фіксатор внутрішнього ШРУСа; 15, 20. Стопорне кільце обойми внутрішнього шарніра; 16, 21. Буфер вала; 17, 22. Корпус внутрішнього ШРУСа; 18, 23. Стопорне кільце напівосової шестерні.

Рисунок 5.5. – Привід передніх коліс ВАЗ

Передньопривідний автомобіль характеризується насамперед тим, що передні керовані колеса одночасно є ведучими. Для повороту ведучих коліс на валах (півосях) привода розташовуються кульові шарніри, які повинні допускати поворот коліс без зміни швидкості їхнього обертання. Цій умові задовольняють кардани рівних кутових швидкостей (синхронні кульові шарніри). Звичайний карданний шарнір у цих умовах швидко виходить із ладу, тому що при відхиленнях його ведучої і веденої ланок створюється нерівномірна по кутовій швидкості передача обертання на ведену ланку. Це викликає перевантаження валів привода й швидке зношування карданного шарніра.

У сучасних передньопривідних автомобілях для привода передніх коліс застосовуються півосі із двома синхронними кульовими шарнірами.

Застосовуваний на автомобілі привод передніх коліс компактний і надійний. Його довговічність при правильній експлуатації автомобіля висока. Це забезпечується досконалістю конструкції шарнірів, підбором поліпшених матеріалів, точністю виготовлення деталей, гарною герметичністю шарнірів і застосуванням спеціального мастила.

Приводи правого 1 і лівого 3 коліс мають однакову конструкцію й відрізняються валами, що у привода лівого колеса суцільний, а в правого - трубчастий, а також довжиною. Останнє пояснюється зміщенням коробки передач у ліву сторону від осі автомобіля.

Привод кожного колеса складається із двох карданних шарнірів рівних кутових швидкостей і вала. Зовнішній шарнір, з'єднаний з маточиною колеса, складається з корпусу 13, сепаратора 6, внутрішньої обойми 4 і шести кульок. У корпусі шарніра й в обоймі виконані радіусні доріжки кочення, кривизна яких має меридіанальне напрямком. У цих доріжках розташовуються кульки, що з'єднують між собою корпус 4 і внутрішню обойму 6. Кульки поміщені у вікнах сепаратора 7 й утримуються ним в одній площині. Внаслідок цього відбувається центрування внутрішньої обойми й корпусу шарніра. Робочий кут повороту зовнішнього шарніра до 42°. Внутрішня обойма насаджена на шліці вала 8 до упору в кільце 11. Утримується обойма на шліцах вала стопорним кільцем 5.

Сепаратор має сферичну поверхню й вікна під кульки. Він забезпечує синхронність обертання валів, що з'єднують шарніром, за рахунок установки кульок з безсекторною площиною кута пересічних осей ланок шарніра, тобто виконує роль дільника. Внаслідок цього, незалежно від кута повороту шарніра, кульки завжди втримуються в площині постійної частоти обертання. Одночасно через сепаратор передається крутний момент. Для герметизації порожнини шарніра застосовується гофрований гумовий чохол 10, що на корпусі шарніра й на валу 12 привода колеса кріпиться хомутами 9 й 13.

Герметичність місць посадки чохла забезпечується кільцевими канавками на корпусі шарніра, у які втискається чохол при затягуванні хомута. З іншого боку канавки виконані в самому чохлі, вони створюють лабіринтове ущільнення. Осьове фіксування чохла на валу досягається упорними буртиками на валу привода. Стягуючі хомути виконані зі сталеві стрічки, на якій виштампувані три гнізда й один фіксуючий зуб. Два гнізда служать для стягування хомута спеціальним пристосуванням, у третє заходить фіксуючий зуб. На шлицьовий наконечник корпусу шарніра насаджується маточина переднього колеса. Вона кріпиться самоконтрованою гайкою.

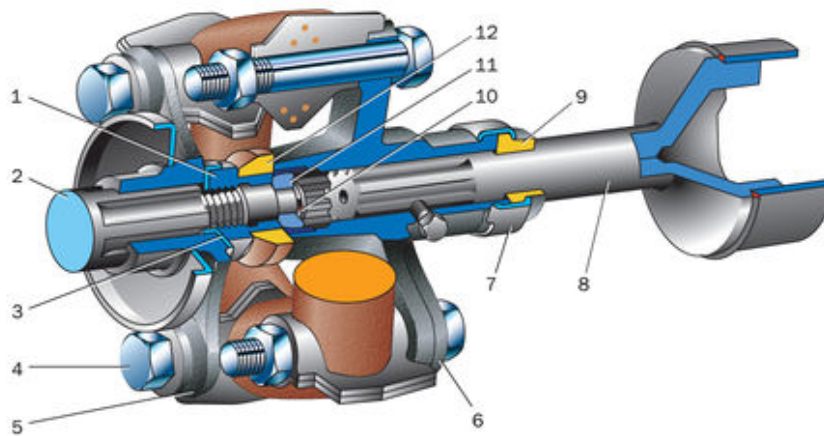
Внутрішній шарнір з'єднується з напівосьовою шестернею диференціала. Він має незначні конструктивні відмінності в порівнянні із зовнішнім шарніром. Насамперед в тому, що доріжки в корпусі шарніра й в обоймі виконані прямими, а не радіусними, що дозволяє деталям шарніра переміщатися в поздовжньому напрямку. Це необхідно для компенсації переміщень, викликаних коливаннями передньої підвіски й силового агрегату. Поздовжнє переміщення обойми в корпусі шарніра обмежується з однієї сторони дротовим фіксатором 16, з іншого боку - пластмасовим буфером 18. Фіксатор установлений у канавку корпусу шарніра, а буфер у торець вала привода колеса.

Хвостовик корпусу шарніра з'єднується за допомогою шліців із напівосьовою шестернею диференціала. Напівосьова шестерня втримується на шліцах вала стопорним кільцем 23. Захист деталей шарніра від дії вологи й бруду здійснюється в такий же спосіб, як і у зовнішнього шарніра. При складанні карданних шарнірів у них закладається спеціальне мастило ШРУС-4.

При експлуатації автомобіля заміна мастила не виконується, якщо чохла забезпечують герметичність шарнірів. Приводи передніх коліс працюють у найбільш важких і несприятливих умовах, тому що вони розташовані в зоні найбільшого впливу вологи й бруду й передають крутний момент на колеса під кутами і навантаженнями, що постійно змінюються. Висока точність виготовлення деталей шарнірів, застосування високоякісних матеріалів і мастила забезпечують надійну роботу вузла у цих умовах, але тільки при збереженні герметичності шарнірів. Тому необхідно періодично перевіряти стан захисних чохла й хомутів, щоб вчасно виявити на них тріщини, деформації або сліди зачіпання об дорожнє покриття й вжити заходів по їх заміні. Цим самим попереджується передчасне зношування шарнірів.

5.1.3. Карданна передача з напівкарданним пружним шарніром

Пружні напівкарданні шарніри допускають передачу крутного моменту між двома валами, розташованими під деяким кутом один до одного; це досягається за рахунок деформації пружної ланки, що зв'язує обидва вали. Пружна ланка може бути гумовою або гумовотканинною, посиленою високоміцними штучними нитками або сталевим тросиком.



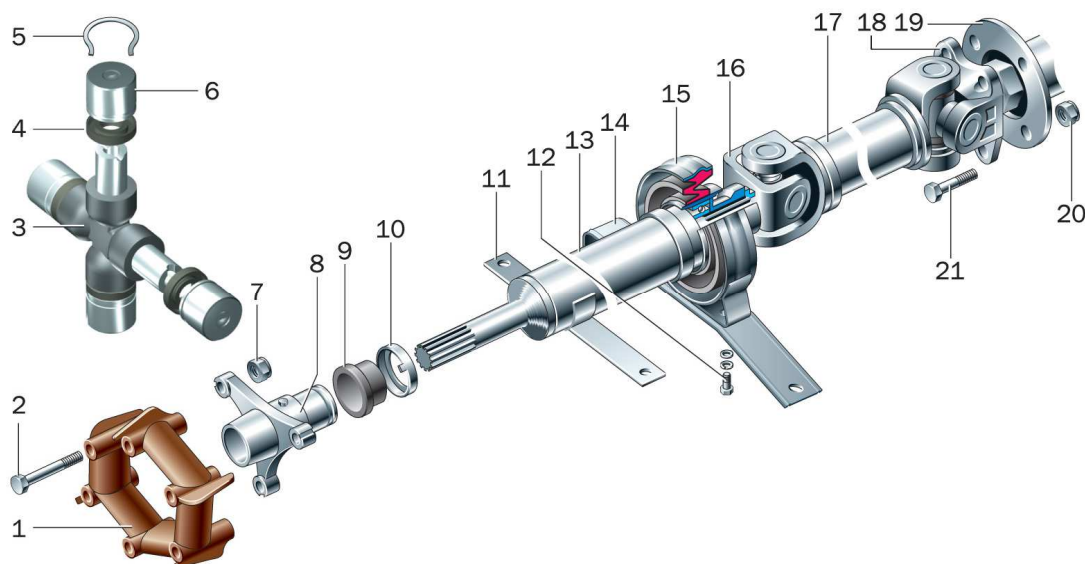
1 - гайка; 2 - ведений вал коробки передач; 3 - шайба стопорна; 4 - болт (3 шт.); 5, 6 - фланці муфти; 7 - обойма; 8 - карданний вал; 9 - сальник; 10 - стопорне кільце; 11 - кільце, що центрує; 12 - ущільнювач
Рисунок 5.6 – Пружна муфта Гуібо

Пружна муфта Гуібо (рис. 5.6.) являє собою попередньо стиснутий гумовий пружний шестигранний елемент з привулканізованими металевими вкладишами. Гума краще працює на стиск, чим на розтягання, тому попередня напружка знижує напружку розтягання при передачі через шарнір крутного моменту. Ця муфта відрізняється гарним демпфіруванням крутильних коливань і конструктивних стукотів. Крім того, вона допускає кут між валами, що з'єднуються до 8° й осьове переміщення до ± 12 мм, а також виключає необхідність обслуговування. Застосування такої муфти у високооборотних трансмісіях вимагає установки елемента, що центрує.

Перевагами напівкарданного шарніра є: зниження динамічних навантажень у трансмісії при різких змінах частоти обертання (наприклад, при різкому включенні зчеплення); відсутність **необхідності** обслуговування в процесі експлуатації. Завдяки еластичності такий шарнір допускає невелике осьове переміщення карданного вала.

Пружний напівкарданний шарнір повинен центруватися, інакше балансування карданного вала може порушитися.

Як приклад застосування пружного карданного шарніра на рис. 5.7 наведена карданна передача автомобіля ВАЗ (класика). Тут пружний полукарданний шарнір установлений на передньому кінці проміжного карданного вала. Пружна шестигранна ланка (гумова муфта) має шість отворів, усередині яких привулканізовані металеві вкладиші. Гумова ланка перед установкою на болти фланців попередньо стягнута по периферії металевим хомутом, без чого отвір у муфті не збіжиться з болтами (після складання хомут знімається). У такий спосіб гумова ланка одержує попереднє напруження. Гума працює краще на стискання, чим на розтягування, тому даний захід знижує напруження розтягування при передачі через шарнір крутного моменту.



1 - еластична муфта; 2 - болт кріплення еластичної муфти до фланця; 3 - хрестовина; 4 - сальник; 5 - стопорне кільце; 6 - підшипник хрестовини; 7 - гайка; 8 - фланець еластичної муфти; 9 - сальник; 10 - обойма сальника; 11 - кронштейн безпеки; 12 - болт кріплення кронштейна до проміжної опори; 13 - передній карданний вал; 14 - кронштейн проміжної опори; 15 - проміжна опора; 16 - вилка переднього карданного вала; 17 - задній карданний вал; 18 - вилка заднього карданного вала; 19 - фланець ведучої шестерні головної передачі; 20 - гайка; 21 - болт кріплення вилки.

Рисунок 5.7 – Карданна передача з напівкарданним пружним шарніром

Опис конструкції

Крутний момент від вторинного вала коробки передач передається на еластичну муфту, від неї - за допомогою шлицьового з'єднання - на передній карданний вал, від переднього карданного вала через карданний шарнір - на задній карданний вал і від нього через інший карданний шарнір - на фланцеву вилку, з'єднану із ведучою шестернею головної передачі. Для гасіння вібрацій задній кінець переднього карданного вала встановлений у проміжній пружній опорі, пов'язаній з кузовом.

Карданний вал являє собою тонкостінну сталеву трубу.

У переднього карданного вала із двох сторін приварені шлицьові наконечники. На передній шлицьовий наконечник встановлений фланець еластичної муфти, на задній - вилка карданного шарніра. Шлицьове з'єднання фланця еластичної муфти ущільнене сальником, підтиснутим обоймою. Для поповнення мастила в шлицьовому з'єднанні у фланці еластичної муфти є отвір із пробкою. Через кожні 30 тис. км пробігу шлицьове з'єднання змащується мастилом Фиол-2В або Фиол-1.

Еластична муфта складається із шести сталевих вкладишів, з'єднаних гумовими перемичками. За рахунок своєї пружності муфта гасить ривки в трансмісії автомобіля. Еластична муфта кріпиться до фланця вторинного вала коробки передач трьома болтами, пропущеними крізь отвори у вкладишах. Три інших отвори служать для кріплення муфти до фланця переднього карданного вала.

До торців заднього карданного вала приварені вилки карданних шарнірів.

Карданний шарнір складається із хрестовини з підшипниками, що з'єднує два вилки один з одним. Хрестовина має чотири шипи, на які надіваються корпуси підшипників з голками (тонкими роликами). У вушках вилок корпуса підшипників фіксуються стопорними кільцями. Для захисту від бруду підшипник ущільнений сальником, надягнутим на шип хрестовини.

Карданна передача балансується на спеціальному стенді; дисбаланс усувається приварюванням балансувальних пластин до труби карданних валів.

При роз'єднанні частин карданних валів необхідно фарбою або кернером відзначити їх взаємне розташування, щоб при складанні встановити на попередні місця. Карданні вали необхідно відбалансувати заново (або замінити) при втраті балансувальних пластин, деформації, заміні деталей карданної передачі. Дисбаланс карданної передачі приводить до помітних вібрацій на високих швидкостях. Сильний дисбаланс може викликати руйнування карданної передачі й сусідніх агрегатів.

5.2 Головні передачі

Шестеренний механізм, що підвищує передаточне число трансмісії автомобіля, називається **головною передачею**.

Головна передача **служить** для постійного збільшення крутного моменту двигуна, який підводиться до ведучих коліс, і зменшення швидкості їх обертання до необхідних значень.

Головна передача **забезпечує** максимальну швидкість руху автомобіля на вищій передачі й оптимальна витрата палива відповідно до її передаточного числа. Передаточне число головної передачі залежить від типу й призначення автомобіля, а також потужності і швидкохідності двигуна. Величина передаточного числа головної передачі звичайно становить 6,5...9,0 у вантажних автомобілів й 3,5...5,5 у легкових автомобілів. На автомобілях застосовуються різні типи головних передач (рис. 5.8).



Рисунок 5.8 – Типи головних передач

5.2.1 Одинарні головні передачі

Одинарні головні передачі складаються з однієї пари шестерень.

Циліндрична головна передача застосовується в передньопривідних легкових автомобілях при поперечному розташуванні двигуна й розміщується в загальному картері з коробкою передач і зчепленням. Її передаточне число дорівнює 3,5...4,2, а шестерні можуть бути прямозубими, косозубими й шевронними. Циліндрична головна передача має високий ККД — не менш **0,98**, але вона зменшує дорожній просвіт в автомобіля й більше шумна.

Конічна головна передача (рис. 5.9, а) застосовується на легкових автомобілях і вантажних автомобілях

малої й середньої вантажопідйомності. Осі ведучої і веденої шестерень у конічній головній передачі лежать в одній площині й перетинаються, а шестерні виконані зі спіральними зубами. Передача має підвищену міцність зубів шестерень, невеликі розміри й дозволяє знизити центр ваги автомобіля. ККД конічної головної передачі зі спіральним зубом 0,97...0,98. *Передаточні числа конічних головних передач 3,5...4,5 у легкових автомобілів й 5...7 у вантажних автомобілів й автобусів.*



Рисунок 5.9 - Головні передачі

Гипоїдна головна передача (рис. 5.9, б) має широке застосування на легкових і вантажних автомобілях. Осі ведучої і веденої шестерень гипоїдної головної передачі на відміну від конічної не лежать в одній площині й не перетинаються, а перехрещуються. Передача може бути з верхнім або нижнім гипоїдним зміщенням. Гипоїдна головна передача з верхнім зміщенням використовується на багатовісних автомобілях, тому що вал ведучої шестерні повинен бути прохідним, а на передньопривідних автомобілях - виходячи з умов компонування. Головна передача з нижнім гипоїдним зміщенням широко застосовується на легкових автомобілях.

Передаточні числа гипоїдних головних передач легкових автомобілів 3,5...4,5, а вантажних автомобілів й автобусів 5...7. Гипоїдна головна передача в порівнянні з іншими більше міцна і безшумна, має високу плавність зачеплення, малогабаритна і її можна застосовувати на вантажних автомобілях замість подвійної головної передачі. Вона має ККД, рівний 0,96...0,97. При нижньому гипоїдному зміщенні є можливість нижче розташувати карданну передачу й знизити центр ваги автомобіля, підвищивши його стійкість. Однак гипоїдна головна передача вимагає високої точності виготовлення, складання і регулювання. Вона також вимагає через підвищене ковзання зубів шестерень застосування спеціального гипоїдного масла із сірчастими, свинцевими, фосфорними й іншими присадками, що утворюють на зубах шестерень міцну масляну плівку.

Черв'ячна головна передача (рис. 5.9, в) може бути з верхнім або нижнім розташуванням черв'яка щодо черв'ячної шестерні 4, має передаточне число 4...5 й у цей час використовується рідко. Її застосовують на деяких багатовісних автомобілях. У порівнянні з іншими типами черв'ячна головна передача менша по розмірах, більш тиха, забезпечує більше плавне зачеплення й мінімальні динамічні навантаження. Однак передача має найменший ККД (0,9...0,92) і по трудомісткості виготовлення й застосовуваних матеріалів (оловяниста бронза) є самою дорогою.

Черв'ячні головні передачі застосовуються в автобусах (ними оснащена третина австралійських автобусів) і багатовісних вантажних автомобілях (американські Peterbilt, англійські Atkinson, Seddon й ін.). Черв'як може перебувати як над черв'ячним колесом, так і під ним.

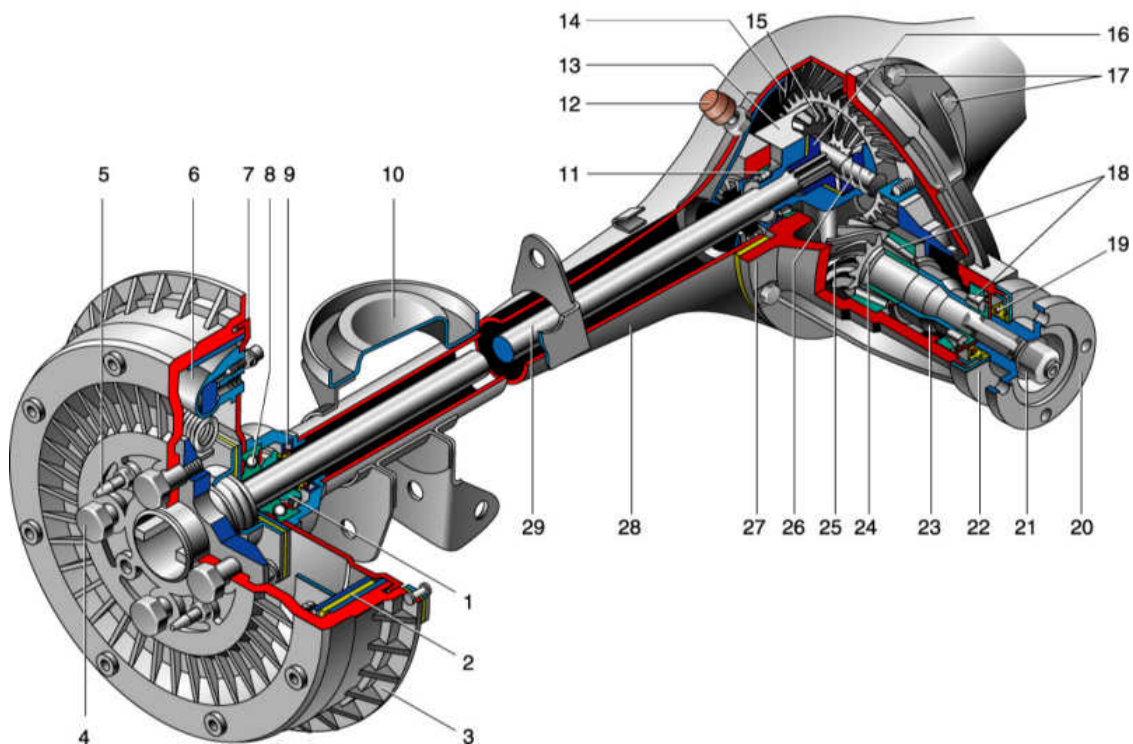
Розглянемо конструкцію одинарної передачі задньопривідного автомобіля на прикладі ВАЗ (класика).

Опис конструкції

Задній міст автомобіля виконаний у вигляді пустотілої балки, до торців якої приварені фланці з посадковими місцями під підшипники півосей й отворами для кріплення гальмових щитів. У середині до балки болтами кріпиться редуктор головної передачі з диференціалом, а з боку фланців у балку вставлені дві півосі, що передають крутний момент від редуктора до задніх коліс (рис. 5 10).

Задній міст у всіх «класичних» автомобілів ВАЗ (крім повнопривідних моделей) уніфікований і залежно від моделі може комплектуватися редуктором з передаточним числом 3,9 або 4,1. Ведуча й ведена шестерні редуктора підбираються парами й при ушкодженні хоча б однієї з них - замінюються в комплекті. Ведуча шестерня встановлена на двох роликових конічних підшипниках, між їх внутрішніми кільцями вставлена пружна розпірна втулка. При затягуванні гайки на хвостовику ведучої шестерні ця втулка деформується, забезпечуючи попередній натяг у підшипниках.

Між ведучою шестернею і її підшипником встановлене регульовальне кільце, що визначає осьове положення ведучої шестерні. Ведена шестерня головної передачі кріпиться болтами до корпусу диференціала, що встановлений на двох роликових конічних підшипниках. Попередній натяг у цих підшипниках, а також величина зазору між зубами ведучої й веденої шестерень регулюються кільцевими гайками, загорненими в рознімні постелі підшипників. У середині корпусу диференціала на осі вільно стоять два сателіти, що входять у зачеплення з напівосьовими шестернями.



1 - запірне кільце півосі; 2 - гальмова колодка; 3 - гальмовий барабан; 4 - болт кріплення колеса; 5 - напрямний штифт; 6 - гальмовий циліндр; 7 - гальмовий щит; 8 - підшипник півосі; 9 - манжета півосі; 10 - опорна чашка пружини; 11 - підшипник диференціала; 12 - сапун; 13 - корпус диференціала; 14 - ведена шестерня головної передачі; 15 - сателіт; 16 - напівосьова шестерня; 17 - болти кріплення редуктора до картера заднього моста; 18 - підшипники ведучої шестерні; 19 - манжета фланця ведучої шестерні; 20 - фланець; 21 - гайка ведучої шестерні; 22 - кільце брудовловлювач; 23 - розпірна втулка; 24 - регульовальна прокладка (кільце); 25 - ведуча шестерня; 26 - вісь сателітів; 27 - корпус редуктора; 28 - балка заднього моста; 29 - піввісь.

Рисунок 5.10 - Одинарна головна передача автомобіля ВАЗ

Піввісь внутрішнім кінцем входить у шліцьовий отвір напівосьової шестерні, а зовнішнім опирається на кульковий підшипник, що входить у фланець балки й фіксується там пластиною. Пластина разом з масловідбиваче і щитом гальма кріпиться чотирма болтами до фланця балки. У гнізді балки моста встановлена манжета. Від осьового зсуву підшипник фіксується на півосі запірним кільцем. На щиті гальм кріпляться гальмові колодки, гальмовий циліндр із трубкою підведення гальмової рідини й оболонка троса стояночного гальма. До фланця півосі двома напрямними штифтами кріпиться гальмовий барабан. Для заливання й зливу масла встановлені дві пробки з конічною різьбою.

Конструкція головної передачі передньопривідного автомобіля була розглянута в лабораторній роботі №2 „Механічні коробки передач”.

Подвійні головні передачі

Ці передачі **застосовуються** на вантажних автомобілях середньої й великої вантажопідйомності, на повнопривідних тривісних автомобілях й автобусах для збільшення передаточного числа трансмісії, щоб забезпечити передачу великого крутного моменту. КПД подвійних головних передач перебуває в межах **0,93...0,96**.

Подвійні головні передачі **мають дві зубчасті пари** й звичайно складаються з пари конічних шестерень зі спіральними зубами й пари циліндричних шестерень із прямими або косими зубами. Наявність циліндричної пари шестерень дозволяє не тільки збільшити передаточне число головної передачі, але й підвищити міцність і довговічність конічної пари шестерень.

У **центральної головній передачі** конічна й циліндрична пари шестерень розміщені в одному картері в центрі ведучого моста. Крутний момент від конічної пари через диференціал підводить до ведучих коліс автомобіля.

5.2.2 Рознесені головні передачі (з бортовою передачею)

У **рознесеній головній передачі** (рис. 5.11) конічна пара шестерень 5 перебуває в картері в центрі ведучого моста, а циліндричні шестерні 6 у колісних редукторах (бортова передача). При цьому циліндричні шестерні з'єднуються півсями 7 через диференціал з конічною парою шестерень. Крутний момент від конічної пари через диференціал і півосі 7 підводить до колісних редукторів.

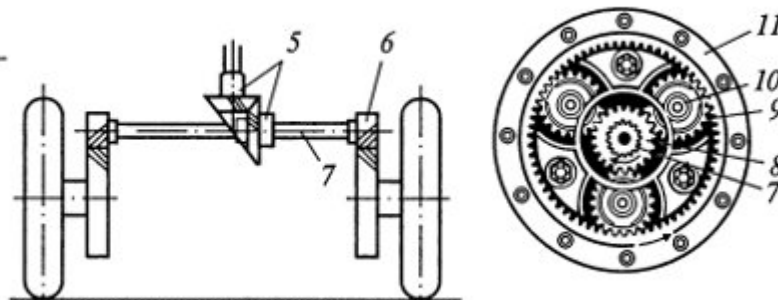
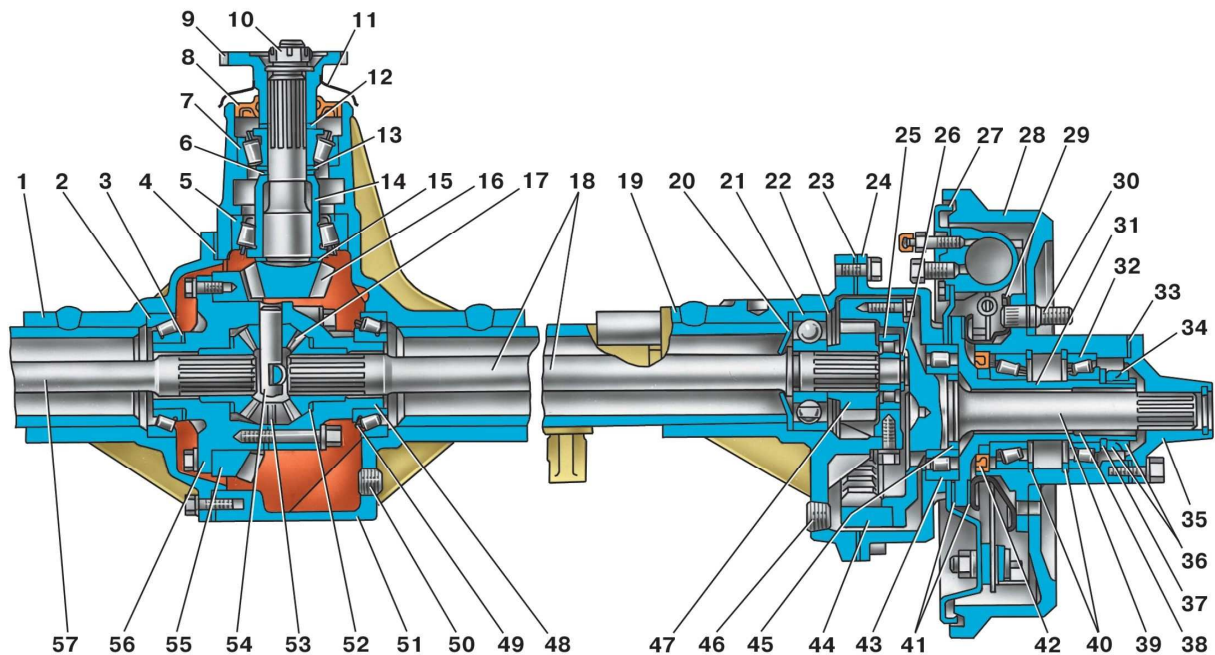


Рисунок 5.11 – Схема рознесеної головної передачі

Широке застосування в *рознесених головних передачах* одержали **однорядні планетарні колісні редуктори**. Такий редуктор (рис. 5.11) складається із прямозубих шестерень — сонячної 8, коронної 11 і трьох сателітів 9. Сонячна шестерня приводиться в обертання через піввісь 7 і перебуває в зачепленні із трьома сателітами, вільно встановленими на осях 10, жорстко пов'язаних з балкою моста. Сателіти входять у зачеплення з коронною шестернею 11, прикріпленою до маточини колеса. Крутний момент від центральної конічної пари шестерень 5 до маточин ведучим коліс передається через диференціал півосі 7, сонячні шестерні 8, сателіти 9 і коронні шестерні 11.

При розділенні **головної передачі** на дві частини зменшуються навантаження на півосі й деталі диференціала, а також зменшуються розміри картера й середньої частини ведучого моста. У результаті збільшується дорожній провітр і тим самим підвищується прохідність автомобіля. Однак рознесена головна передача більше складна, має більшу металоемність, вартість й трудомістка в обслуговуванні.

Розглянемо конструкцію рознесеної головної передачі на прикладі автомобіля УАЗ (рис. 5.12)



1 - кришка картера головної передачі; 2 - підшипник диференціала; 3,13,49 - регулювальні прокладки; 4 - ущільнювальна прокладка; 5,7 - підшипники ведучої шестерні; 6,15 - регулювальні кільця; 8,42 - манжети; 9 - фланець; 10 - гайка; 11 - брудовідбивач; 12 - кільце; 14 - розпірна втулка; 16 - ведуча шестерня головної передачі; 17 - сателіт; 18 - права піввісь; 19 - картер бортової передачі; 20,29 - масловідбивачі; 21 - підшипник півосі; 22,26,40 - стопорні кільця; 23 - ущільнювальна прокладка картера бортової передачі; 24 - кришка картера бортової передачі; 25 - підшипник; 27 - гальмовий щит; 28 - гальмовий барабан; 30 - болт кріплення колеса; 31 - цапфа; 32 - підшипник маточини; 33,41 - прокладки; 34 - замкова шайба; 35 - ведучий фланець; 36 - гайка підшипників маточини; 37 - стопорна шайба; 38 - втулка; 39 - ведений вал бортової передачі; 43 - підшипник веденого вала; 44 - ведена шестерня бортової передачі; 45 - спеціальна гайка; 46,50 - пробки зливальних отворів; 47 - ведуча шестерня бортової передачі; 48 - права чашка коробки сателітів; 51 - картер головної передачі; 52 - шайба шестерні півосі; 53 - шестерня півосі; 54 - вісь сателітів; 55 - ведена шестерня головної передачі; 56 - ліва чашка коробки сателітів; 57 - ліва піввісь

Рисунок 5.12 - Задній міст автомобіля УАЗ із рознесеною головною передачею

Мости з бортовими передачами встановлюються комплектно (передній і задній) на спеціальній модифікації автомобілів (військова) сімейства УАЗ-31512 з одночасною заміною заднього карданного вала.

Бортові передачі заднього ведучого моста розташовані в картерах, які горловинами напресовані на зовнішні кінці кожухів півосей і закріплені електрозаклепками. Ведуча шестерня 47 установа на шлицьовому кінці півосі 48

між кульковим 21 і роликівим 25 підшипниками. Кульковий підшипник закріплений стопорним кільцем 22 у картері бортової передачі. Між картером і кульковим підшипником розташований маслорозбивач 20. Роликівий підшипник установлений у знімному корпусі, що кріпиться до приливу картера двома болтами. Внутрішнє кільце роликівого підшипника закріплено на півосі стопорним кільцем 26.

Ведена шестерня 44 бортової передачі центрується на буртику веденого вала 39 і кріпиться до його фланця болтами. Ведений вал опирається на втулку 38 і роликівий підшипник 43, що закріплений на валу гайкою 45, яка розкертнується після затягування в паз вала. Ведені вали правих бортових передач і гайки кріплення підшипників мають ліву різьбу. Для відмінності гайки з лівим різьбленням мають кільцеву канавку, а ведені вали глухий отвір діам. 3 мм у торці вала. З маточинами коліс ведені вали задніх бортових передач з'єднуються шліцьовими фланцями 35.

Рознесені головні передачі аналогічної конструкції застосовуються в автомобілях МАЗ.

5.3 Диференціали

Диференціал призначений для розподілу крутного моменту між ведучими колесами автомобіля та їх обертання з різними кутовими швидкостями.

Розподілення крутного моменту нарівно між всіма ведучими колесами доцільний у випадках, коли автомобіль рухається по дорозі з високим коефіцієнтом зчеплення шин з дорогою. При цьому, зменшується навантаженість привода коліс, сповільнюється зношування шин і знижується витрата палива.

Однак, при русі автомобіля, ведучі колеса не завжди можуть обертатися з однаковою кутовою швидкістю. Наприклад, при повороті автомобіля, внутрішні колеса котяться по дузі меншого радіуса й проходять менший шлях, чим колеса, що котяться по дузі більшого радіуса, тобто по зовнішній колії. Отже, зовнішні колеса повинні обертатися швидше - внутрішніх. Частота обертання коліс також буде різної при русі автомобіля по нерівностях доріг і при різному діаметрі шин. Ведучі колеса можуть мати неоднаковий діаметр через ненормальний тиск повітря в шинах, різного зношування шин.

Диференціал є одним з основних конструктивних елементів трансмісії. Розташування диференціала в трансмісії автомобіля можливо:

- у задньопривідному автомобілі для привода ведучих коліс - у картері заднього моста;
- у передньопривідному автомобілі для привода ведучих коліс - у коробці передач;
- у повнопривідному автомобілі для привода ведучих коліс - у картері переднього й заднього мостів;
- у повнопривідному автомобілі для привода ведучих мостів - у роздавальній коробці.

Диференціали, використовувані для привода ведучих коліс, називаються *міжколісними*. *Міжосьовий диференціал* установлюється між ведучими мостами повнопривідного автомобіля.

Конструктивно диференціал побудований на основі планетарного редуктора. Залежно від виду зубчастих передач, використовуваної в редукторі, розрізняють наступні види диференціалів:

- конічний;
- циліндричний;
- черв'ячний.

Конічний диференціал застосовується в основному в якості міжколісного диференціала. *Циліндричний диференціал* установлюється частіше між осями повнопривідних автомобілів. *Черв'ячний диференціал*, через свою універсальність, може встановлюватися як між колесами, так і між осями.

Проблема колеса, що буксує. Звичайний («вільний») диференціал відмінно працює, поки ведучі колеса нерозривно пов'язані з дорогою. Але, коли одне з коліс вивішується в повітрі або на льоду, то крутиться саме це колесо, у той час як інше, що стоїть на твердій землі, не отримує крутного моменту. Таким чином, доцільно було б перерозподілювати крутний момент на колесо із кращим зчепленням, але цього не відбувається в силу конструкції вільного диференціала.

Діло в тому, що створюваний двигуном момент залежить від сили реакції на кожному з ведучих коліс автомобіля. Принцип вільного диференціала ділити крутний момент рівно навпіл: момент на обох колесах ведучої осі завжди однаковий. У випадку втрати зчеплення одним з коліс, його опір падає, а розкручування відбувається без істотного збільшення моменту опору (тертя ковзання в плямі контакту менше тертя спокою й несуттєво залежить від швидкості пробуксовки). Як тільки це відбувається, звичайний диференціал "страває" весь надлишковий момент двигуна на колесо, що пробуксовує, - далі двигун лише прогазовує і уже не створює значного моменту. А на іншому колесі, з кращими умовами зчеплення, залишається точно такий же момент, як і на тому, що буксує. У деяких умовах цей "залишковий" момент не дозволяє навіть зрушитися з місця - одне колесо буде стояти, а інше прокручуватися з подвоєною швидкістю.

Для боротьби із цим явищем застосовуються блокування диференціала. Способів блокувань придумано багато - від простих механічних до витончених електронних.

Блокування диференціала застосовується як на міжколісних диференціалах, так і на міжосьових диференціалах. Блокування переднього міжколісного диференціала повнопривідного автомобіля звичайно не виконується, щоб не знижувати керованість.

Залежно від ступеня блокування диференціал буває з:

- Повним блокуванням;

- Частковим блокуванням.

Повне блокування диференціала припускає жорстке з'єднання частин диференціала, при якому крутний момент може повністю передаватися на колесо із кращим зчепленням.

Часткове блокування диференціала характеризується обмеженою величиною переданого зусилля між частинами диференціала й відповідного їй збільшення крутного моменту на колесі із кращим зчепленням.

Блокування диференціала може здійснюватися примусово й автоматично. **Примусове блокування диференціала** виконується по команді водія, тому інша його назва - **ручне блокування**. **Автоматичне блокування диференціала** виконується за допомогою спеціальних технічних пристроїв – **диференціалів, що самоблокуються**.

5.3.1. Вільний диференціал (неблокований)

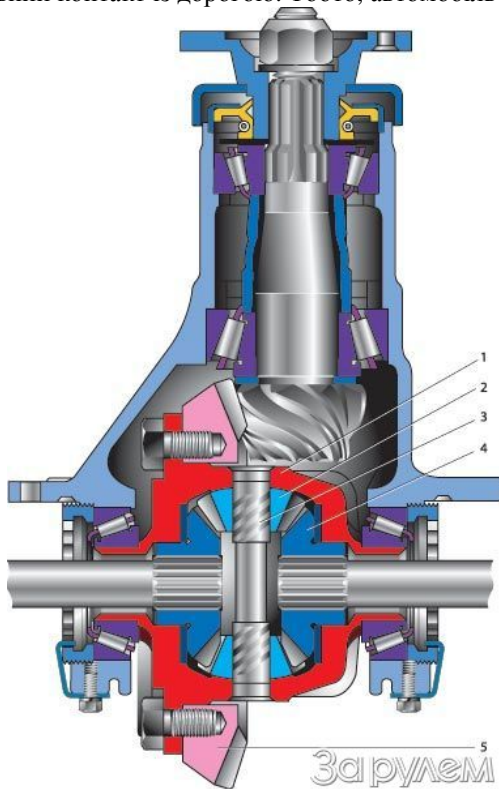
Внутрішня будова диференціалів буває різною, а найбільше поширення одержав відкритий або, по-іншому, *вільний* диференціал. Це чисто механічний пристрій, який відрізняється простотою (звичайно в ньому всього чотири конічних шестерні), компактністю й повністю відповідає своїй назві: тобто ділить крутний момент у фіксованому співвідношенні (звичайно 50:50) і ніяк не перешкоджає обертанню вихідних валів з різною швидкістю.

Вільний диференціал установлюється на більшість бюджетних моделей з моноприводом у якості міжколісного диференціала.

Будова вільного диференціала нескладна (рис. 5.13, 5.14) - корпус, вісь сателітів і два сателіти (шестерні). Корпус кріпиться до веденої шестерні головної пари й обертається разом з нею. Сателіти входять у зачеплення із шестернями півосей, які безпосередньо обертають колеса.

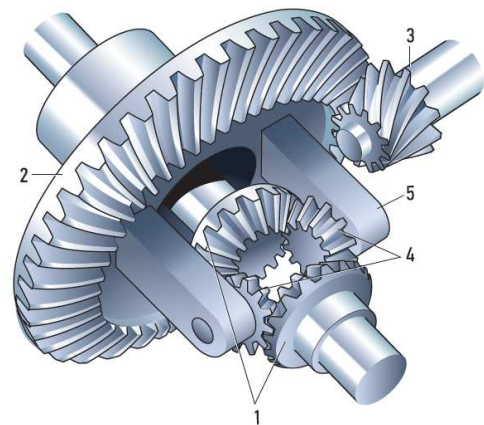
У такій конструкції сателіти передають більший крутний момент на ту піввісь, що створює менший опір обертанню. Тобто, з більшою швидкістю буде обертатися колесо, яке диференціалу легше розкрутити. При русі по прямій колеса навантажені однаково, диференціал ділить крутний момент нарівно, сателіти не обертаються навколо своєї осі. У повороті внутрішнє колесо навантажене більше, зовнішнє - розвантажується. Тому сателіти починають обертатися навколо осі, підкручуючи менш навантажене колесо, збільшуючи тим самим швидкість його обертання.

Але така особливість диференціала іноді приводить до досить неприємних наслідків. Якщо, наприклад, одне з коліс потрапить на слизьку поверхню, диференціал буде обертати тільки його, повністю ігноруючи колесо, що має нормальний контакт із дорогою. Тобто, автомобіль буде «буксувати».



1 – корпус диференціала; 2 – сателіт; 3 – вісь сателітів; 4 – напівосьова шестерня; 5 – ведена шестерня головної передачі.

Рисунок 5.13 – Симетричний диференціал з конічними шестернями



1 – шестерні півосей; 2 – ведена шестерня головної передачі; 3 – ведуча шестерня головної передачі; 4 – сателіти; 5 – корпус

Рисунок 5.14 – Схема симетричного диференціалу з конічними шестернями:

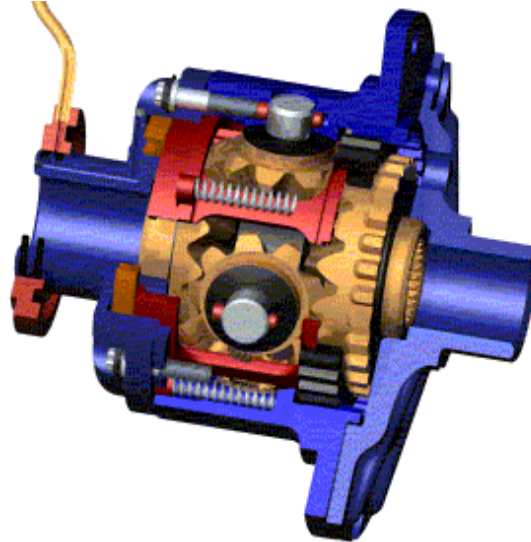
5.3.2. Диференціали, що блокуються примусово з повним блокуванням

Диференціал із жорстким блокуванням по команді водія може жорстко з'єднати вихідні вали один з одним, повністю виключивши проковзування окремих коліс на бездоріжжя (рис. 5.15). В «вільному» ж стані, коли блокування відключене, він нічим не відрізняється від відкритого диференціала, тобто забезпечує таку ж незалежність обертання

валів.

Подібні моделі досить широко поширені: можливість передати на один вал всі 100% крутного моменту двигуна досить затребувана в середовищі позашляховиків, де диференціали із твердим блокуванням зустрічаються як у якості міжколісних, так і міжосьових.

У той же час, на асфальті блокування потрібно щораз відключати, інакше трансмісія буде піддаватись надмірним навантаженням у поворотах. А виходить, автомобіль залишається непристосованим проти проковзування коліс на знезацька виниклих слизьких ділянках дороги.



Диференціал з повним примусовим блокуванням

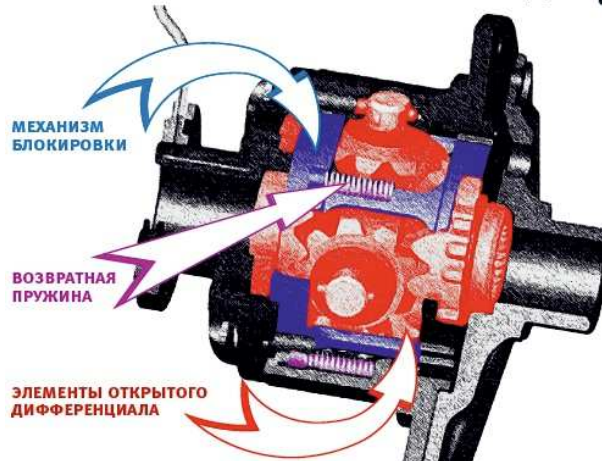


Рисунок 5.15 - Повне примусове блокування

Звичайний відкритий диференціал доповнений механізмом, що жорстко фіксує сателіти. У результаті півосі не можуть крутитися з різною швидкістю, і зусилля від двигуна розподіляється нарівно між колесами.

5.3.3 Колісні диференціали, що самоблокуються з частковим блокуванням

Дискові диференціали. Диференціал, що самоблокується (іншу назву - **диференціал підвищеного тертя**, Limited Slip Differential, LSD) по своїй суті є компромісом між вільним диференціалом і повним блокуванням диференціала, тому що дозволяє реалізувати при необхідності можливості й того й іншого.

Найпростіший **дисковий диференціал** являє собою симетричний диференціал, у який додані один або два пакети фрикційних дисків (рис. 5.16) Частина фрикційних дисків жорстко пов'язана з корпусом диференціала, інша частина – з піввіссю.

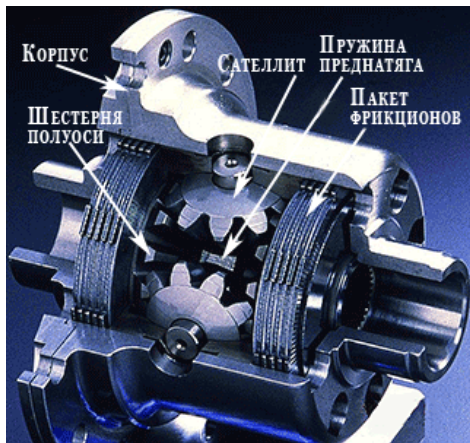


Рисунок 5.16 – Дисковий міжколісний диференціал із частковим блокуванням

Принцип дії диференціала підвищеного тертя дискового типу заснований на силі тертя, що виникає внаслідок різниці швидкостей обертання півосей.

При прямолінійному русі корпус диференціала й півосі обертаються з однаковою швидкістю, фрикційний пакет обертається як єдине ціле. При збільшенні частоти обертання однієї їхньої півосей, що відповідає їй частина дисків у пакеті починає обертатися швидше. При цьому між дисками виникає сила тертя, що перешкоджає збільшенню частоти обертання. Крутний момент на вільному колесі збільшується, чим досягається часткове блокування диференціала.

Ступінь стискання фрикційних дисків може бути фіксованою (реалізується за допомогою пружин постійної твердості) або змінною (здійснюється за допомогою гідравлічного приводу, у т.ч. з електронним керуванням).

Дисковий диференціал LSD застосовується в якості міжколісного диференціала спортивних автомобілів, а також міжосьового диференціала автомобілів підвищеної прохідності.

Диференціали підвищеного тертя. Самоблокований черв'ячний диференціал типу «Квайф» (Quaife).

Автором даної конструкції є англієць Rod Quaife. Сателіти в такого диференціала розташовані у два ряди паралельно осі обертання корпусу. Причому вони кріпляться не на осях, а перебувають у закритих з обох кінців отворах корпусу. Правий ряд сателітів входить у зачеплення із правою напівосьовою шестернею, лівий ряд, відповідно, з лівою (рис. 5.17). Крім того, сателіти з різних рядів зачіпаються між собою попарно. Всі зубчасті колеса має гвинтові зуби.

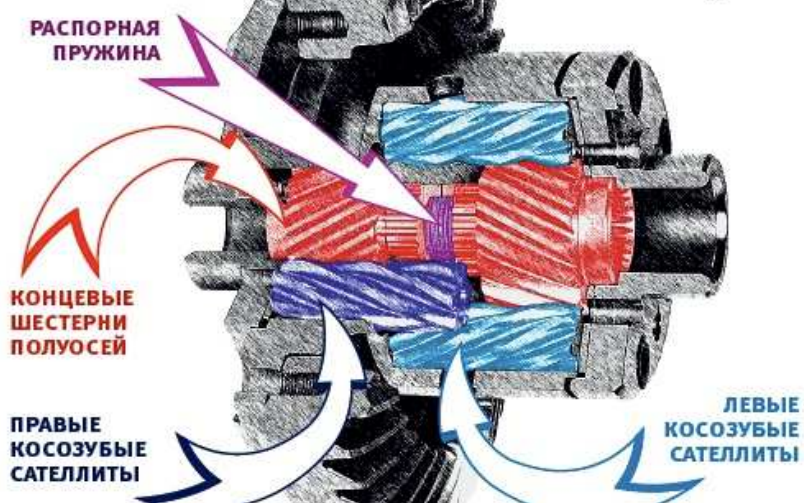


Рисунок 5.17 – Черв'ячне (косозубе) блокування

Це блокування спрацьовує швидко, але м'яко. Більш надійне в порівнянні з дисковими блокуваннями. Позбавлена «замисленості», має широкий діапазон блокування, обумовлений нахилом зубів. Менше, ніж дискові, боїться тривалої пробуксовування, але зловживати таким блокуванням однаково не варто. При обслуговуванні краще застосовувати масло для гіпоїдних передач. Підходить для помірного бездоріжжя

Аналогічні диференціали підвищеного тертя виробляються в Росії (м. Тольятті) для автомобілів ВАЗ, НІВА, ШевіНива, УАЗ.

Такі диференціали покликані забезпечувати розподілення крутного моменту на обох колесах залежно від рівня зчеплення шин з дорогою. Однак, як і у випадку застосування звичайного диференціала, якщо одне з коліс вивішується (тобто виникає значна різниця в опорі коліс), практично вся потужність передається на нього, і друге колесо перестає обертатися.

Коли одне з коліс починає відставати пов'язана з ним напівосьова шестерня 4 (рис. 5.18) обертається повільніше корпуса 1 і повертає вхідний з нею в зачеплення сателіт 5. Він передає рух пов'язаному з ним сателіту 5 з лівого ряду, а той, у свою чергу, на ліву напівосьову шестерню 3. Так забезпечуються різні кутові швидкості коліс у повороті. Завдяки різниці крутних моментів на колесах у гвинтовому зачепленні виникають осьові й радіальні сили, що притискають напівосьові шестерні 3, 4 і сателіти 5, 6 торцями до корпуса 1, 2. Сателіти 5, 6 також притискаються до поверхні отворів, у яких вони розташовані. За рахунок цього виникають сили, що здійснюють часткове блокування, що збільшує силу тяги на відстаючому колесі й, відповідно, сумарну силу тяги автомобіля, підвищуючи його прохідність.

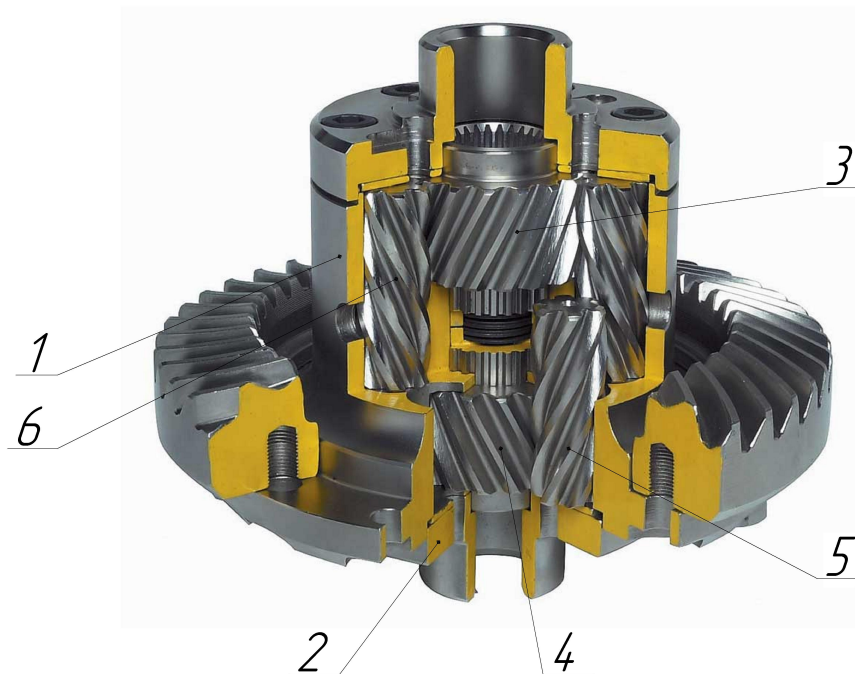


Рисунок 5.18 – Диференціал **Quaife**

5.3.4 Міжосьові диференціали, що самоблокуються з частковим блокуванням Черв'ячні диференціали Torsen

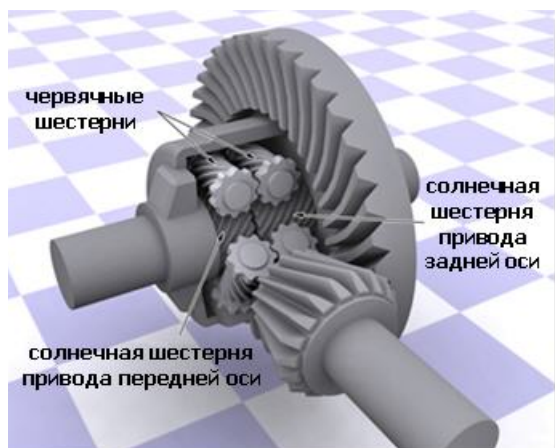


Рисунок 5.19 – Черв'ячні диференціали Torsen

Torsen (Torque Sensing - момент, що почуває) працює як вільний диференціал, коли на кожне колесо надходить однаковий крутний момент (рис. 5.19).

Як тільки одне з коліс губить тягу, різниця в крутному моменті коліс змушує зачіпатися шестерні Торсена. Форма шестерень у цьому диференціалі визначає коефіцієнт передачі крутного моменту. Наприклад, якщо конкретний диференціал Torsen сконструйований з передаточним числом 5:1, то він здатний збільшувати аж до 5 разів крутний момент на колесо з гарною тягою.



Рисунок 5.20 – Черв'ячні пари

Диференціал Torsen - це кілька черв'ячних передач, що обертаються усередині герметичного циліндричного корпусу (рис. 5.20).

Від кутів нахилу черв'яків і застосовуваних матеріалів залежить коефіцієнт блокування. Він визначає, коли і який додатковий момент повинен перейти на вісь, що має краще зчеплення з дорогою.

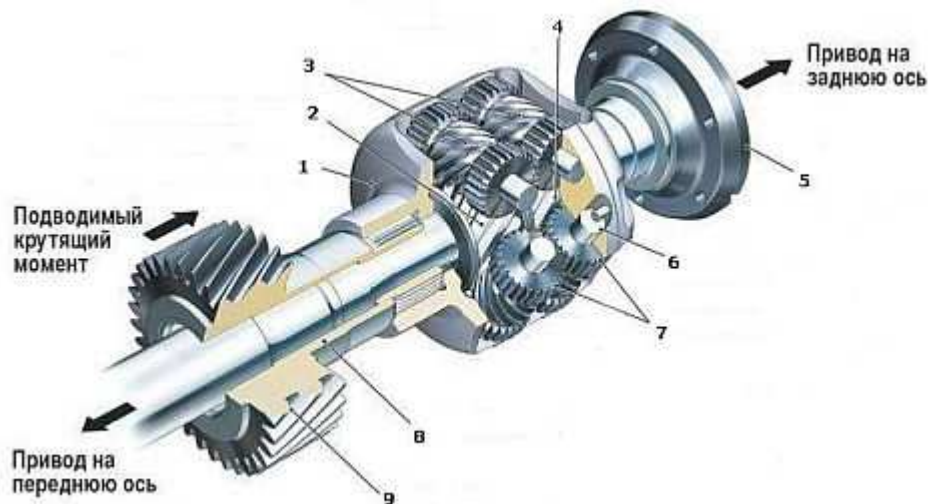
Диференціал Torsen часто знаходить застосування в спортивних повнопривідних машинах. Подібно віскомуфті, він використовується для передачі крутного моменту між передньою й задньою осями.

Розглянемо конструкцію головної передачі на прикладі автомобіля Audi Quattro (2, 3 покоління).

Роздача крутного моменту по осях у системі повного привода Audi Quattro виконується диференціалом Torsen.

З 1988 року встановлюється симетричний диференціал, що самоблокується, Torsen з можливістю перерозподілу крутного моменту на вісь із кращим зчепленням до 80%. Розташування сателітів перпендикулярно (рис.5.21) приводним валам (Torsen T-1).

З 2007 року – несиметричний диференціал, що самоблокується, Torsen з розподілом крутного моменту по осях у стандартному положенні 40:60 і з можливістю перерозподілу крутного моменту на вісь із кращим зчепленням до 70% - на передню вісь і до 80% - на задню вісь. Розташування сателітів паралельно приводним валам (Torsen T-3).



1. корпус диференціала
2. сонячна шестерня привода передньої осі
3. черв'ячні шестерні
4. сонячна шестерня привода задньої осі
5. фланець вала привода задньої осі
6. вісь черв'ячної шестерні
7. сателіти
8. порожній вал
9. привідна шестерня

Рисунок 5.21 – Міжосьовий диференціал

Задній редуктор Audi Quattro: звичайний конічний диференціал доповнений двома підвищувальними передачами (лівою і правою), які підключаються багатодисковими муфтами з електрогідравлічним керуванням (рис. 5.22). Кожен із цих пристроїв організує персональне регулювання тяги на одному із задніх коліс — його можна або пригальмувати, або прискорити, вплинувши тим самим на керуваність.

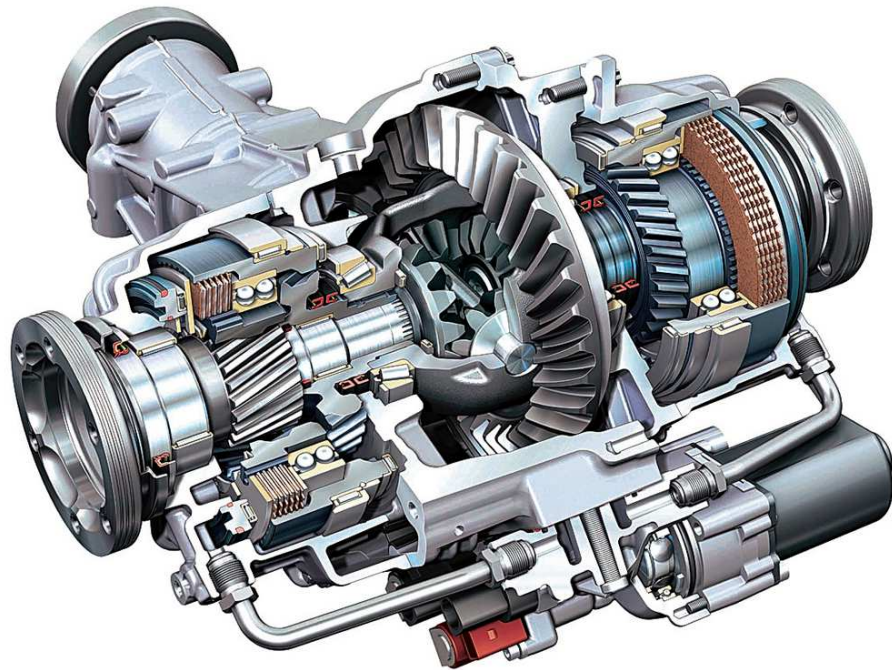


Рисунок 5.22– Задній редуктор Audi Quattro з конічним міжколісним диференціалом з дисковим блокуванням

Torsen у якості міжколісного диференціала застосовується, наприклад, на автомобілях Alfa Romeo, Toyota (Land Cruiser 200), Subaru Impreza WRX STi, Mazda3 MPS, "заряджених" Honda Civic й Accord і так далі. *Центральний* (міжосьовий) диференціал Torsen установлений на повнопривідних "Лексусах", Alfa Romeo Brera, і на всьому сімействі Audi, за винятком моделей A3 й TT.

Міжосьова муфта Haldex 4 покоління (з 2007 року)

Муфта застосовується в системах повного привода таких автомобілів як Saab (9-3 XWD), Opel (Insignia), Audi A3, TT, VW Tiguan, Skoda Octavia, Superb і так далі. Системи попереднього покоління можна зустріти на машинах Volvo, Land Rover (Freelander), Ford (Kuga) і Seat в якості міжосьового диференціала.

Головний агрегат повнопривідної трансмісії цих машин - багатодискова муфта Haldex, виготовлена однойменним шведським концерном, визнаним експертом у своїй області. Муфта являє собою окремий модуль, що стикується з редуктором заднього моста й передає на нього крутний момент через пакет фрикційних дисків, що знаходяться у масляній ванні.

На відміну від інших розповсюджених систем, частка тяги, що доводиться на задню вісь, плавно міняється залежно від дорожніх умов, режиму руху й ряду інших факторів.

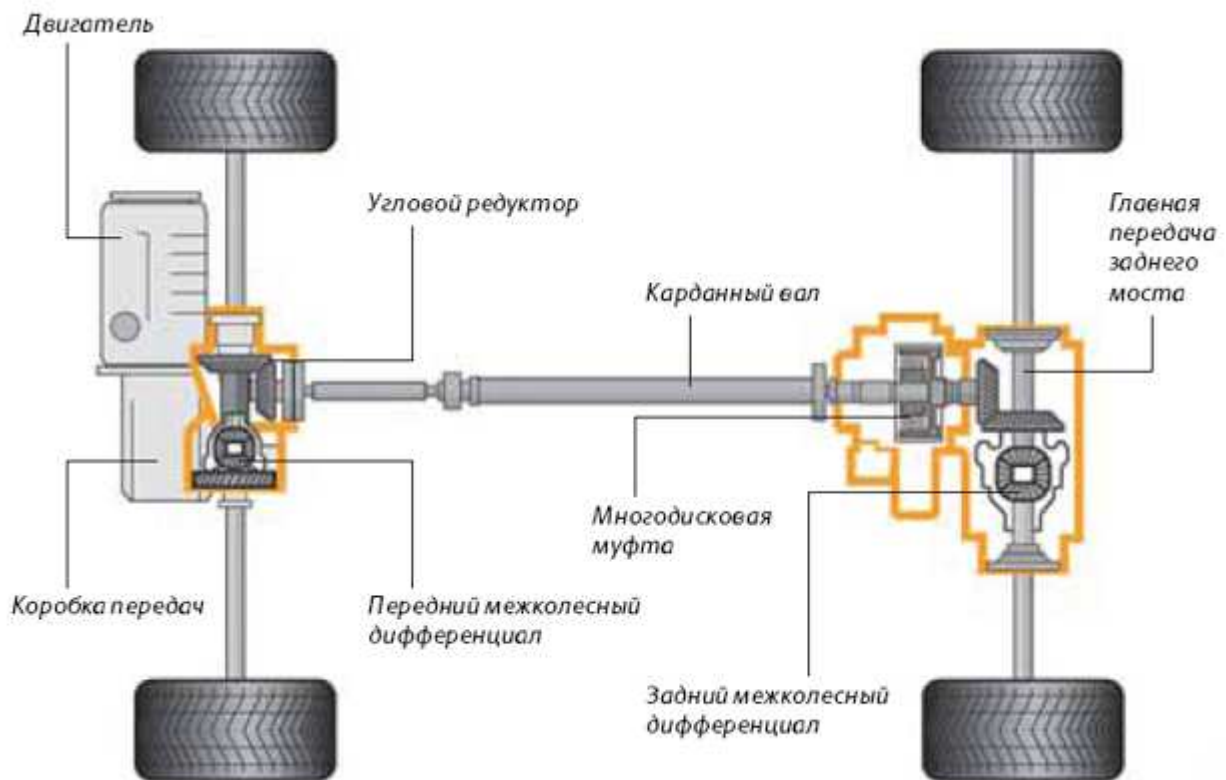


Рисунок 5.23 - Схема полного привода с многодисковой муфтой Haldex

Муфта Haldex разом із блоком керування, електронасосом і масляним картером утворюють єдиний модуль, що пристиковується до головної передачі задньої осі (рис. 5.24).

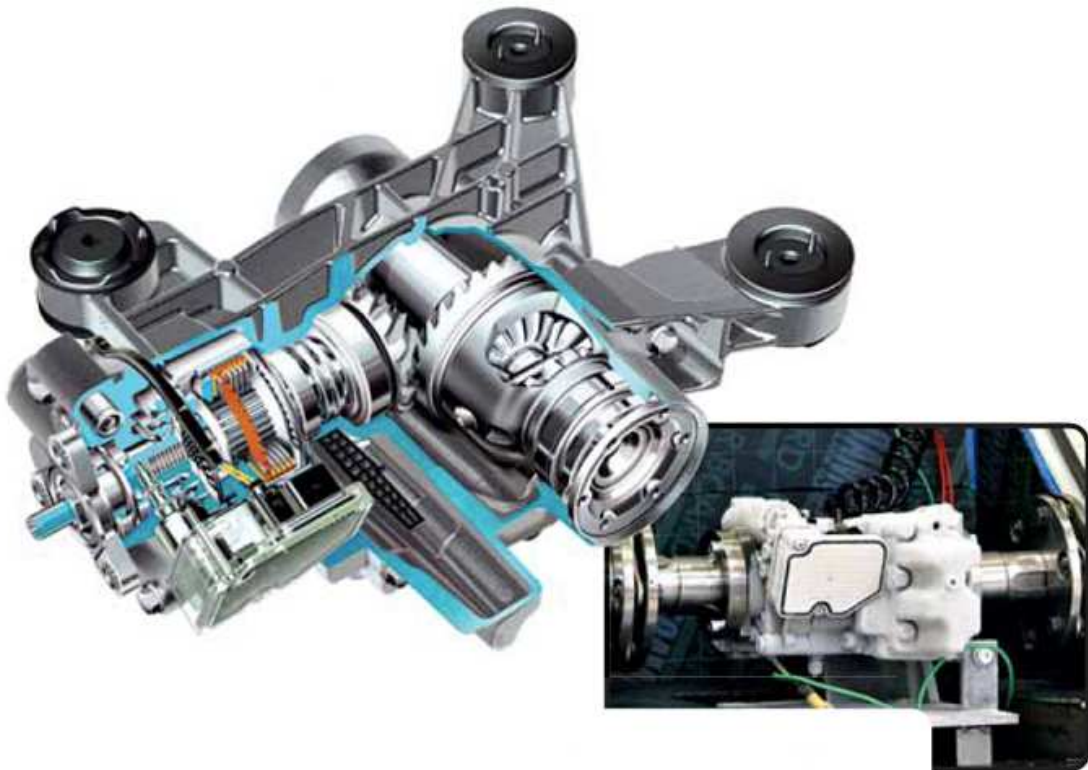


Рисунок 5.24 - Муфта Haldex

За розподіл крутного моменту відповідає електронний блок - свого роду інтелектуальний центр, куди стікається інформація від різних систем автомобіля.

Розглянемо принцип дії інтелектуальної трансмісії. Автомобіль їде по сухій чистій дорозі. У цьому випадку

для впевненого руху вистачить й однієї пари ведучих коліс. Тому комп'ютер направляє на передню вісь до 95% крутного моменту. На задній осі зберігається легкий «переднатяг»: система готова в будь-який момент заробити на повну міць, але поки себе практично не проявляє, а тому витрата палива мінімальна. Тепер уявімо, що переднє колесо потрапило в калюжу або наїхало на вологу дорожню розмітку. Виникла пробуксовка, що моментально розпізнав датчик ABS. Сигнал про те, що одне з коліс стало обертатися швидше інших, передається в систему керування електронної муфти. Її диски стискаються, і необхідна частка тяги перекидається на задню вісь, до того майже не задіяну. При необхідності назад передається до 50% крутного моменту. Це забезпечує ефект блокування міжосьового диференціала (така опція зустрічається на серйозних позашляховиках). Таким чином, Haldex дає можливість переборювати ділянки досить важкого бездоріжжя. Це особливо актуально для Skoda Yeti, що експлуатується не тільки в місті, але й на бездоріжжя.



Рисунок 5.25 Блок керування муфтою Haldex

Так виглядає електронний блок керування (рис. 5.25), «мозок» повнопривідної трансмісії. Він розрахований на роботу в умовах сильної вібрації, перепадів вологості й температури.

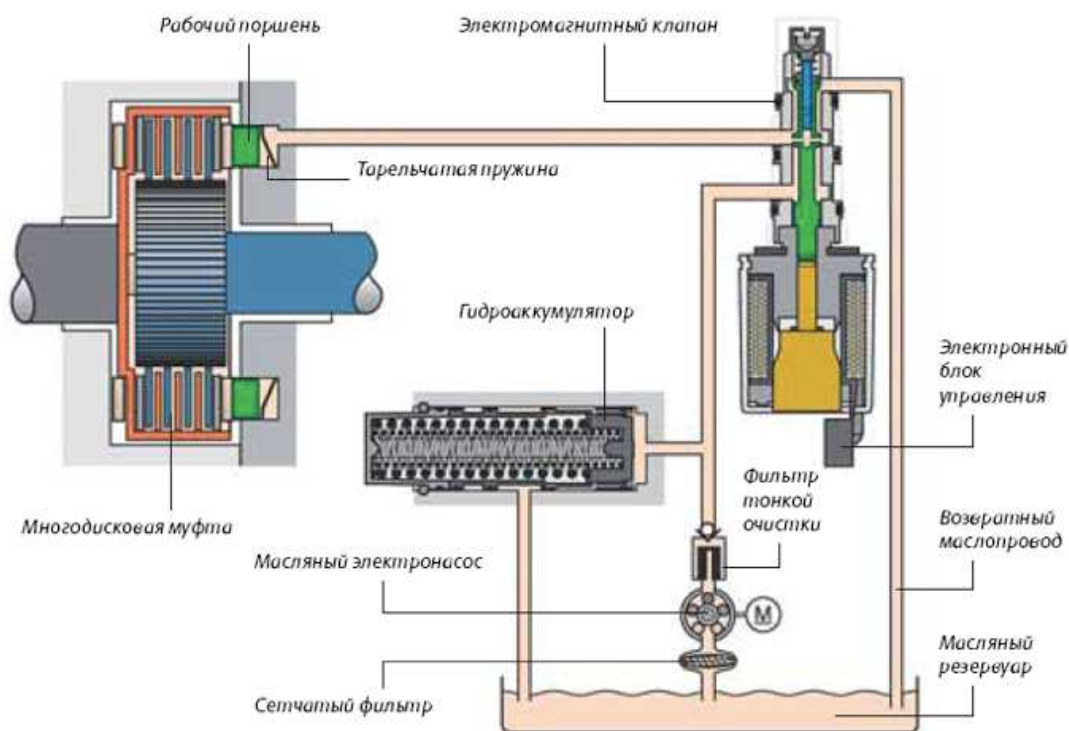


Рисунок 5.26 - Схема муфти Haldex

На автомобілях Skoda використовуються муфти Haldex останнього, уже четвертого по рахунку покоління. У них, на відміну від більш ранніх моделей, немає механічного гідронасоса, що спрацьовував тільки при пробуксовці коліс. Тепер його замінив насос із електроприводом. Він заздалегідь створює необхідний тиск у системі, що підтримується за допомогою гідроаккумулятора й по команді електроніки через спеціальний електромагнітний клапан подається на робочі поршні, що стискають пакети дисків. Що це дає? У першу чергу - підвищена швидкодія системи. За сигналом блоку керування вона здатна вступити в роботу всього через 0,015 с.

Крім того, тепер комп'ютер може розпізнавати небезпечні ситуації й заздалегідь підготувати до них автомобіль. Вище згадувалося про те, що Haldex пов'язана з іншими системами машини, у тому числі й із системою підтримки курсової стійкості (ESP). Коли датчики цієї системи фіксують занадто швидко наростання бічного прискорення, що побічно говорить про занос, що починається, електроніка заздалегідь активує задню вісь, тим самим стабілізуючи автомобіль. Причому, якщо Haldex забезпечує розподіл крутного моменту по осях, то ESP допомагає

перерозподіляти тягу з одного колеса на інше, що заміняє блокування міжколісних диференціалів. Іншими словами, крутний момент буде поданий саме туди, куди потрібно, на кожне із чотирьох коліс, у будь-якій комбінації.

Ця трансмісія дуже компактна й економічна. Наприклад, кросовер Skoda Yeti при вазі 1500 кг витрачає лише 8 л палива на 100 км пробігу - майже як звичайний автомобіль гольф-класу.

4.3.4.3 Міжосьове блокування за допомогою віскомуфти

Вязкісна муфта (інше найменування – **віскомуфта**) являє собою набір близько розташованих один до одного перфорованих дисків, частина з яких жорстко з'єднується з корпусом диференціала, інша частина – із приводним валом. Диски поміщені в герметичний корпус, заповнені силіконовою рідиною високої в'язкості.

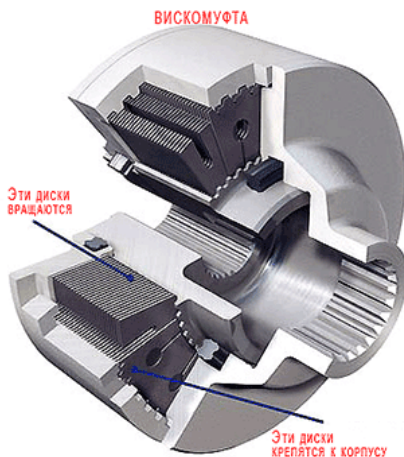


Рисунок 5.27 - Віскомуфта

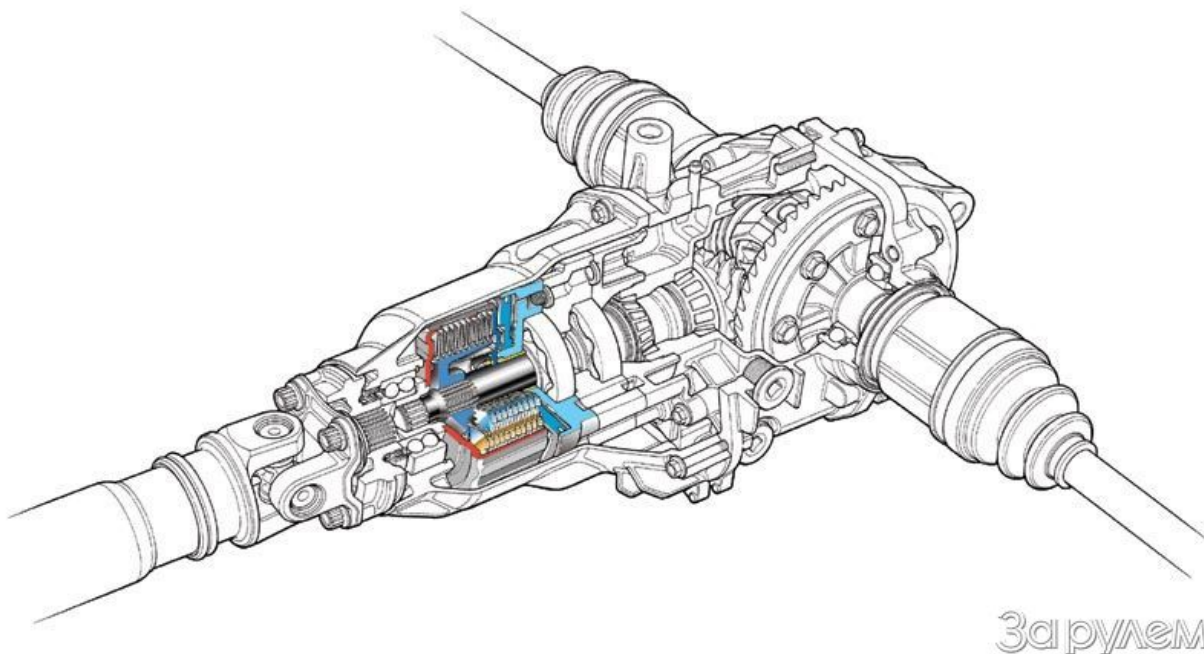


Рисунок 5.28 - Застосування віскомуфти як міжосьового диференціала

При обертанні корпусу диференціала й приводного вала з однією швидкістю блок перфорованих дисків обертається як одне ціле. При збільшенні швидкості обертання приводного вала, частина дисків, що на ньому знаходиться, починає обертатися швидше й перемішує силіконову рідину. Рідина твердіє, диференціал блокується. На іншому приводному валу відбувається збільшення крутного моменту. При відновленні рівності швидкостей рідина губить свої властивості й муфта розблокується.

У зв'язку з більшим геометричним розміром віскомуфти застосовується, як правило, для блокування міжосьового диференціала. Вязкісна муфта також може використовуватися й самостійно (замість міжосьового диференціала) у системі повного привода, що підключається автоматично.

У силу своєї конструкції віскомуфта володіє інерційністю, схильна до нагрівання й при гальмуванні конфліктує з антиблокувальною системою гальм, тому в цей час на автомобілі практично не встановлюється.